



جمهورية مصر العربية
وزارة التربية و التعليم
و التعليم الفني
الادارة المركزية لشئون الكتب

الكيمياء

كتاب الطالب

الصف الأول الثانوى



٢٠١٩ - ٢٠٢٠

إعداد

أ. سامح وليم صادق		د. محمد أحمد أبو ليله
أ. عصام محمد سيد		د. نوال محمد شلبى
مراجعة : د. هانى محمد حسنين

لجنة التعديل والتطوير

أ.د. محمد سمير عبد المعز		أ. إلهام أحمد إبراهيم
أ. نعيم نعيم شيحه

مستشار العلوم

أ. يسرى فؤاد سويرس

مقدمة الكتاب

أبناءنا وبناتنا طلاب الصف الأول الثانوى ، شهدت الأعوام الأخيرة طفرات هائلة ومستحدثات تكنولوجية فى شتى مجالات الحياة ، وكان على المنظومة التعليمية بجمهورية مصر العربية أن تواكب هذه المستحدثات متأثرةً بهذا التطور الهائل.

لذلك حرصت وزارة التربية والتعليم على تطوير المناهج على اعتبار أن المنهج كائن يلزمه التجديد والتحديث ليتوافق مع متغيرات العصر وذلك بهدف إعداد جيل قادر على مواكبة هذه المستحدثات ، بل تكون له القدرة على استخدامها فى ابتكار ما هو أحدث.

وقد راعينا فى إعداد هذا الكتاب تغيير دور المتعلم لنخرج به من حيز المتلقى إلى مجال المتفاعل النشط من خلال قيامه بالبحث والاستقصاء والمقارنة والاستنباط واكتساب المهارات وغرس حب المعرفة حتى يصبح فردًا فعالًا فى المجتمع ؛ وذلك لتحقيق الاكتفاء الذاتى لوطنه اقتصاديًّا وثقافيًّا واجتماعيًّا ، وذلك من خلال التنوع فى الأنشطة والمهارات بهدف إعداد جيل متنوع من الطلاب يخدم الوطن فى كافة المجالات .

ويتضمن الكتاب أنشطة فردية وجماعية ، معملية وتطبيقية لتحقيق أهداف المنهج. وينتهى كل فصل بأنشطة تقويمية حتى يقف الطالب على ما تَحقق من أهداف وما يجب القيام به من أعمال لتحقيق ما لم يتم تحقيقه ، وقد راعينا فى إعداد هذا الكتاب التسلسل المنطقى لأبواب المنهج ، وكذلك التدرج فى مستوى هذه الأنشطة مراعاة للفروق الفردية والحاجات والميول المختلفة.

وقد تم عرض هذا المنهج فى شكل نسيج متكامل ومترابط فى ستة أبواب تبدأ بعلم الكيمياء وطبيعته وعلاقته بالعلوم الأخرى ، وخاصة الحديث منها مثل : علم النانو تكنولوجى ، ثم توالت أبواب المنهج مرورًا بالكيمياء الكمية ثم المحاليل والأحماض والقواعد ، يليها الكيمياء الحرارية ، ثم الكيمياء النووية.

وقد تم تزويد الكتاب بروابط على بنك المعرفة المصرى

www.ekb.eg

منها ما هو فى سياق الموضوعات ، ومنها ما هو إثرائى لتعميق المعرفة والفهم تشجيعًا لكم على المزيد من البحث والاطلاع.

ونحن إذ نقدم هذا الكتاب لكم نتمنى أن يحقق ما تصبو إليه رغباتكم ويشبع ميولكم ويلبى احتياجاتكم ، متمنين أن يتحقق لمصرنا الغالية الرخاء والإزدهار.

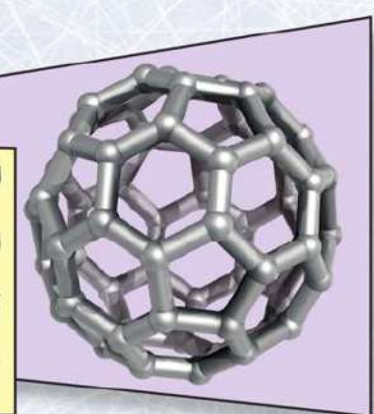
والله ولى التوفيق ،

المعدون

محتويات الكتاب

الباب الأول:

الكيمياء مركز العلوم



الباب الثانى:

الكيمياء الكمية



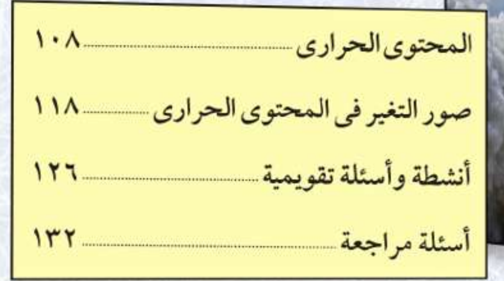
الباب الثالث:

المحاليل - الأحماض والقواعد



الباب الرابع:

الكيمياء الحرارية





الباب الخامس:

الكيمياء النووية



الباب الأول



الأهدافُ العامّةُ للباب الأول :

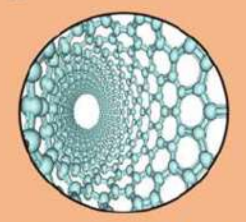
فى نهايةِ هذا الباب يُصبح الطالب قادرًا على أن :

- يتعرف ماهية الكيمياء.
- يشرح العلاقة بين الكيمياء وباقى فروع العلم.
- يتعرف طبيعة القياس وأهميته.
- يتعرف الأدوات والأجهزة المستخدمة فى معامل الكيمياء.
- يستخدم الأدوات العملية الملائمة للمنهج بدقة وكفاءة.
- يتعرف مفهوم تكنولوجيا النانو.
- يتعرف مفهوم كيمياء النانو.
- يحدد بعض تطبيقات كيمياء النانوتكنولوجى.
- يستنتج أن للنانوتكنولوجى تأثيرات مفيدة وأخرى ضارة.

فصول الباب الأول :



١ الكيمياء والقياس



٢ النانوتكنولوجى والكيمياء

القضايا المتضمنة : العلم والتكنولوجيا والمجتمع

تأمل الحياة من حولك لتكتشف أن الكيمياء تدخل فى كل شئ فيها؛ الطعام الذى تتناوله ، الملابس التى ترتديها ، الأدوية التى يصفها لك الطبيب ، الأدوات والأجهزة التى تستخدمها ، حتى فى تركيب أجسامنا وكيفية عملها. ليس ذلك فقط بل أن الكثير من العلوم التى نعرفها تعتمد فى تفسير ظواهرها على الكيمياء.

فى هذه الوحدة تتعرف على مجال عمل الكيمياء والعمليات التى يتبعها الكيميائيون ، وتتعرف على دور الكيمياء فى حياتنا وعلاقتها بالعلوم الأخرى. ولأن الكيمياء مجال يعتمد على التجريب ، فإن هذه الوحدة تزودك بمعرفة عن الأدوات والأجهزة التى تستخدمها فى القياس والتجريب ، وكيف تستخدمها بكفاءة.

وإذا كان العصر القادم هو عصر المواد متناهية الصغر ذات الخواص الفائقة ، أى عصر النانوتكنولوجى فإننا يمكن أن نعتبره عصر الكيمياء ، لأنها المسئولة عن بناء واكتشاف هذا النوع من المواد .



الكيمياء مركز العلوم
Chemistry is The Central Science

المصطلحاتُ الأساسيّةُ :

- العلوم الطبيعية .... Physical Sciences
- الكيمياء الحيوية .... Biochemistry
- الكيمياء الفيزيائية .... Physical chemistry
- القياس .... Measurement
- وحدة القياس .... Measurement unit
- النانوتكنولوجى .... Nanotechnology
- النانو .... Nano
- كيمياء النانو .... Nanochemistry
- أجهزة القياس .... Measurement Instruments





الفصل الأول : الكيمياء والقياس

Chemistry and Measurement

نواتج التعلم

في نهاية هذا الفصل يصبح الطالب قادرًا على أن:

- يتعرف ماهية الكيمياء.
- يتعرف دور الكيمياء في حياتنا.
- يشرح العلاقة بين الكيمياء وباقي فروع العلم.
- يتعرف طبيعة القياس وأهميته.
- يتعرف الأدوات والأجهزة المستخدمة في معمل الكيمياء.
- يستخدم الأدوات والأجهزة بدقة وكفاءة.
- يتعرف استخدامات الأدوات الدقيقة المصغرة .

علم الكيمياء

يعيش الإنسان حياته باحثًا فى الكون من حوله ، فى محاولة دائمة ودائبة لفهم ظواهر هذا الكون وتفسيرها ، بل والتحكم فيها أيضًا. هذه المجهودات التى يبذلها الإنسان أثمرت وستظل تثمر عن حقائق ومفاهيم ومبادئ وقوانين ونظريات ، يضمها نسق أو بناء هو العلم.

> العلم Science : بناء منظم من المعرفة يتضمن الحقائق والمفاهيم والمبادئ والقوانين والنظريات العلمية ، وطريقة منظمة فى البحث والتقصى.

ويختلف مجال العلم باختلاف الظواهر موضع الدراسة ، والأدوات المستخدمة والطرق المتبعة فى البحث ، ومن هذه العلوم علم الكيمياء.

> علم الكيمياء Chemistry : هو العلم الذى يهتم بدراسة تركيب المادة وخواصها والتغيرات التى تطرأ عليها ، وتفاعل المواد المختلفة مع بعضها البعض والظروف الملائمة لذلك.

وعلم الكيمياء هو أحد العلوم الطبيعية Physical Science شكل (١) التى عرفها الإنسان ومارسها منذ زمن بعيد، وقد ارتبط هذا العلم منذ الحضارات القديمة بالمعادن والتعدين وصناعة الألوان والطب والدواء وبعض الصناعات الفنية كدبغ الجلود وصباغة الأقمشة وصناعة الزجاج واستخدمه المصريون القدماء فى التحنيط وقد أصبح علم الكيمياء الآن له دور فى جميع مجالات الحياة.



▲ شكل (١) العلوم الطبيعية



مجالات دراسة علم الكيمياء :

يهتم علم الكيمياء بدراسة التركيب الذرى والجزيئى للمواد وكيفية ارتباطها ، ومعرفة الخواص الكيميائية لها ، ووصفها كمًّا وكيفًا ، كذلك التفاعلات الكيميائية التى تتحول بها المتفاعلات إلى نواتج وكيفية التحكم فى ظروف التفاعل. للوصول إلى منتجات جديدة مفيدة تلبى الاحتياجات المتزايدة فى المجالات المختلفة مثل الطب والزراعة والهندسة والصناعة. كما يساهم علم الكيمياء فى علاج بعض المشكلات البيئية مثل تلوث الهواء والماء والتربة ، ونقص المياه ، ومصادر الطاقة ، وغير ذلك من المجالات ويمكن تقسيم علم الكيمياء إلى فروع مثل : الكيمياء الفيزيائية – الكيمياء الحيوية – الكيمياء العضوية – الكيمياء التحليلية – الكيمياء الحرارية – الكيمياء النووية – الكيمياء الكهربية – الكيمياء البيئية و غيرها ...

الكيمياء مركز العلوم

ابحث بنفسك

راجع شبكة المعلومات ووضح العلاقة بين الكيمياء والتطبيقات التالية :



▲ شكل (٢) العلاقة بين الكيمياء والحياة

يعتبر علم الكيمياء مركزًا لمعظم العلوم الأخرى ، كعلم الأحياء والفيزياء والطب والزراعة وغيرها من العلوم نذكر منها على سبيل المثال ما يلى :

الكيمياء والبيولوجى :

علم البيولوجى هو علم خاص بدراسة الكائنات الحية ، ويسهم علم الكيمياء فى فهم التفاعلات الكيميائية التى تتم داخل الكائنات الحية ومنها تفاعلات الهضم والتنفس والبناء الضوئى وغيرها. ينتج عن التكامل بين البيولوجى والكيمياء علم الكيمياء الحيوية Biochemistry ويختص بدراسة التركيب الكيميائى لأجزاء الخلية فى مختلف الكائنات الحية ، مثل الدهون والكربوهيدرات والبروتينات والأحماض النووية وغيرها.





الكيمياء والفيزياء :

الفيزياء هى العلم الذى يدرس كل ما يتعلق بالمادة وحركتها و الطاقة ، ومحاولة فهم الظواهر الطبيعية والقوى المؤثرة عليها ، كما تهتم بالقياس وابتكار طرق جديدة للقياس تزيد من دقتها ، وينتج عن التكامل بين الفيزياء والكيمياء علم الكيمياء الفيزيائية Physical Chemistry ، ويختص بدراسة خواص المواد وتركيبها والجسيمات التى تتكون منها هذه المواد مما يسهل على الفيزيائيين القيام بدراستهم.

الكيمياء والطب والصيدلة :

الأدوية التى يستخدمها المرضى ويصفها الأطباء ما هى إلا مواد كيميائية لها خواص علاجية ، يقوم الكيميائيون بإعدادها فى معاملهم ، أو مواد مستخلصة من مصادر طبيعية. وتفسر لنا الكيمياء طبيعة عمل الهرمونات والإنزيمات فى جسم الإنسان. وكيف يستخدم الدواء فى علاج الخلل فى عمل أى منها.

الكيمياء والزراعة :

يسهم علم الكيمياء فى اختيار التربة المناسبة لزراعة محصول ما وذلك عن طريق التحليل الكيميائى الذى يحدد نسب مكوناتها ومدى كفاية هذه المكونات لاحتياجات هذه النباتات وكذلك تحديد السماد المناسب لهذه التربة لزيادة انتاجيتها من المحاصيل ، كما تسهم فى انتاج المبيدات الحشرية الملائمة للآفات الزراعية.

الكيمياء والمستقبل :

عن طريق كيمياء النانو يتم اكتشاف وبناء مواد لها خصائص فائقة (غير عادية) وقد ساهمت كيمياء النانوتكنولوجى، فى تصنيع بعض المواد التى يتم عن طريقها تطوير مجالات عديدة منها الهندسة والاتصالات والطب والبيئة و المواصلات وتلبى العديد من الاحتياجات البشرية

القياس فى الكيمياء Measurement in Chemistry

طبيعة القياس :

إن التطور العلمى والصناعى والتكنولوجى والاقتصادى الذى نعيشه فى العصر الحديث هو نتاج الاستعمال الصحيح والدقيق لمبادئ القياسات .

القياس Measurement : هو مقارنة كمية مجهولة بكمية أخرى من نوعها لمعرفة عدد مرات احتواء الأولى على الثانية.





وتتضمن عملية القياس نقطتين أساسيتين هما :

- **القيمة العددية** : التى من خلالها نصف البعد أو الخاصية المقاسة.
- **وحدة قياس مناسبة** : متفق عليها فى إطار نظام وحدات القياس الدولية المتعارف عليها. وهى مقدار محدد من كمية فيزيائية معينة ، تستخدم كمعيار لقياس مقدار فعلى لهذه الكمية.

وحدة القياس	القيمة العددية
kg	5
m	10
sec	100

معلومة إثرائية



يعتبر العالم الفرنسى أنطوان لافوازييه هوالمسئول عن جعل الكيمياء علمًا كميًّا دقيقًا ، حيث أن تجاربه كانت من النوع الكمى بالدرجة الأولى ، فهو أول من قام بتحديد تركيب حامضى النيتريك والكبريتيك ، وصاغ قانون بقاء الكتلة. وقد أعطت أعمال لافوازييه دفعه قوية فى تطوير أدوات وأجهزة القياس فى الكيمياء.

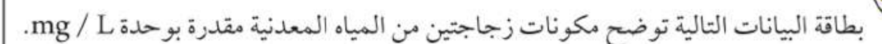
أهمية القياس فى الكيمياء :

أصبحت أساليب التحليل والقياس فى الكيمياء فى الوقت الحالى أكثر تطورًا من حيث الدقة والتنوع ، وأصبح الإنسان يعتمد عليها فى مختلف مجالات الحياة من بيئة وتغذية وصحة وزراعة وصناعة وغير ذلك ، وذلك من أجل توفير المعلومات اللازمة والمعطيات الكمية لكى يتمكن من استخدام الإجراءات اللازمة والتدابير المناسبة.

١. القياس ضرورى من أجل التعرف على نوع وتركيز العناصر المكونة للمواد التى نستخدمها ونتعامل معها

اختبر مهاراتك

بطاقة البيانات التالية توضح مكونات زجاجتين من المياه المعدنية مقدرة بوحدة mg / L.



المكونات	Na^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	Cl^-	$(HCO_3)^-$	$(SO_4)^{2-}$
الزجاجة (أ)	25.5	2.8	8.7	12	14.2	103.7	41.7
الزجاجة (ب)	120	8	40	70	220	335	20

اقرأ البيانات جيدًا ، ثم اجب عن الأسئلة التالية :

- إذا علمت أن مستهلك يتبع نظاما غذائيا قليل الملح - أى زجاجة يختارها ؟
- استهلك شخص خلال يوم 1.5 لتر ماء من الزجاجة (ب) ، احسب كتلة الكالسيوم التى يحصل عليها من الماء خلال اليوم.
- ما أهمية بطاقة البيانات بالنسبة للمستهلك ؟ لماذا نحتاج إلى القياس فى حياتنا ؟



٢. القياس ضرورى من أجل المراقبة والحماية الصحية

يحدد الجدول التالى المعايير العالمية للحكم على صلاحية المياه للشرب ، استخدم البيانات الواردة فى الجدول للحكم على جودة الماء فى الزجاجتين (أ) و (ب) السابق عرض بيانتهما فى بطاقة البيانات اعلاه :

المكونات	Na^{+}	K^{+}	Mg^{2+}	Ca^{2+}	Cl^{-}	$(SO_4)^{2-}$
الكمية (mg/L)	أقل من 150	أقل من 12	أقل من 50	أقل من 300	200 - 250	أقل من 250

تتطلب سلامة البيئة وحمايتها مراقبة ماء الشرب والهواء الذى نتنفسه والمواد الغذائية والزراعية وهذا يتطلب قياسات عديدة ومتنوعة.

٣. القياس ضرورى لتقدير موقف ما ، واقتراح علاج فى حالة وجود خلل

اختبر مهاراتك

تمثل الوثيقة التى أمامك نتائج تحليلات بيولوجية طبية خضع لها شخص ما صباحًا قبل الإفطار ، وضح :

- ماذا تعنى القيمة المرجعية ؟
- ماذا تستنتج من قيم نتائج تحليل كل من السكر (Glucose) وحمض البوليك (Uric acid) فى دم هذا الرجل ؟
- ما القرارات التى يجب على هذا الرجل أن يتخذها فى ضوء استنتاجك الذى توصلت إليه ؟


وثيقة تحاليل طبية

نوع التحليل	قيمة التحليل (mg/dL)	القيمة المرجعية (mg/dL)
Glucose	70	110 - 70
Uric acid	9.2	8.3 - 3.6

فى التحليلات الطبية تمكننا القياسات التى نحصل عليها من اتخاذ القرارات اللازمة لإصلاح أوجه الخلل.

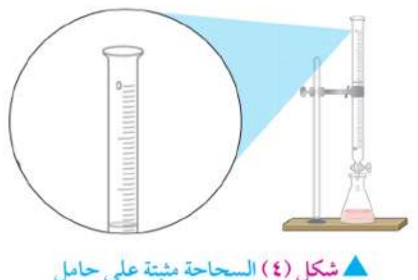
أدوات القياس فى معمل الكيمياء Measurement tools in chemical lab

يتم إجراء التجارب الكيميائية فى مكان ذى مواصفات وشروط معينة ، يسمى المختبر أو معمل الكيمياء ، يتطلب معمل الكيمياء توفير احتياطات الأمان المناسبة ، ووجود مصدر للحرارة كموقد بنزن ، ومصدر للماء وأماكن لحفظ المواد الكيميائية والأدوات والأجهزة المختلفة. ومن الضرورى معرفة الطريقة الصحيحة لاستخدام كل منها وطريقة حفظها. وفيما يلى عرض تفصيلى لبعض الأجهزة والأدوات التى تستخدم فى معمل الكيمياء والغرض من استخدامها :

الميزان الحساس The Sensitive Balance

يستخدم لقياس كتل المواد. وتختلف الموازين فى تصميمها وأشكالها ، والموازين الرقمية هى الأكثر شيوعًا Digital Balances ، وأكثر أنواعها استخدامًا الميزان ذو الكفة الفوقية Top loading balance شكل (٣) وفى الغالب تُثبَّت التعليمات الخاصة باستخدام الميزان فى أحد جوانبه ، ويجب قبل استخدام الموازين قراءة هذه التعليمات بعناية.

▲ شكل (٣) الميزان ذو الكفة الفوقية



▲ شكل (٤) السحاحة مثبتة على حامل

السحاحة Burette :

أنبوبة زجاجية طويلة ذات فتحتين ، إحداهما لملء السحاحة بالمحلول والأخرى مثبت عليها صمام للتحكم بكمية المحلول المأخوذ منها ، ويتم تثبيت السحاحة إلى حامل ذى قاعدة معدنية خاصة حتى يتم الحفاظ على الشكل العمودى المطلوب لها خلال التجارب. تستخدم السحاحة عادة فى التجارب التى تتطلب نسبة عالية من الدقة فى القياس مثل تعيين حجوم السوائل أثناء المعايرة وفى السحاحة يكون صفر التدريج قريبًا من الفتحة العلوية وينتهى قبل الصمام.

الكؤوس الزجاجية Beakers :

أوانٍ زجاجية شفافة مصنوعة من زجاج البيركس المقاوم للحرارة تُستخدم فى خلط السوائل والمحاليل ، حيث يوجد منها أنواع مدرجة وذات سعة محددة كما تستخدم فى نقل حجم معلوم من السائل من مكان لآخر.

▲ شكل (٥) كؤوس زجاجية ذات أحجام مختلفة



▲ شكل (٦) الطريقة الصحيحة فى تقدير حجم سائل

المخبار المدرج Graduated Cylinder :

يصنع من الزجاج أو البلاستيك ، ويستخدم لقياس حجوم السوائل حيث أنه أكثر دقة من الدوارق ، ويوجد منه سعات مختلفة.



▲ شكل (٧) مخابير مدرجة ذات سعات مختلفة



▲ شكل (٨) مخبار مدرج سعة 100 ml



تأكد من فهمك



كيف تستخدم المخبار المدرج فى تحديد حجم جسم صلب لا يذوب ؟

الدوارق Flasks :

أحد أنواع الأدوات الزجاجية فى معمل الكيمياء ، ويوجد منها أنواع مختلفة حسب الغرض من استخدامها ومنها :

- الدورق المخروطى Conical Flask : يصنع من زجاج البيركس وتختلف أنواعه باختلاف سعة الدورق، ويستخدم فى عملية المعايرة.
- الدوارق المستديرة Round - Bottom Flasks : غالبًا ما تصنع من مادة زجاج البيركس وتختلف أنواعه باختلاف سعة الدورق ، تستخدم فى عمليات التحضير والتقطير.
- دورق عيارى Volumetric Flask : يصنع من زجاج البيركس ويحتوى فى أعلاه على علامة تحدد السعة الحجمية للدورق ، ويستخدم فى تحضير المحاليل القياسية (معلومة التركيز) بدقة .



▲ شكل (٩) دورق مخروطى



▲ شكل (١٠) دورق مستدير

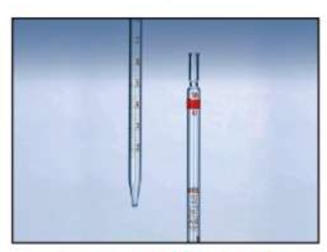


▲ شكل (١١) دورق عيارى



الماصة Pipette :

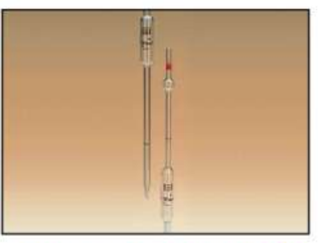
أنبوبة زجاجية طويلة مفتوحة من الطرفين ، وبها علامة عند أعلاها تحدد مقدار سعتها الحجمية ومدون عليها نسبة الخطأ فى القياس ، وتستخدم لقياس ونقل حجم معين من محلول ، وتملأ بالمحلول بشفطه بأداة شفط وخاصة فى حالة المواد شديدة الخطورة والأكثر استخدامًا فى المعامل هى الماصة ذات الانتفاخين.



▲ شكل (١٢) ماصة مدرجة



▲ شكل (١٣) ماصة بأداة شفط



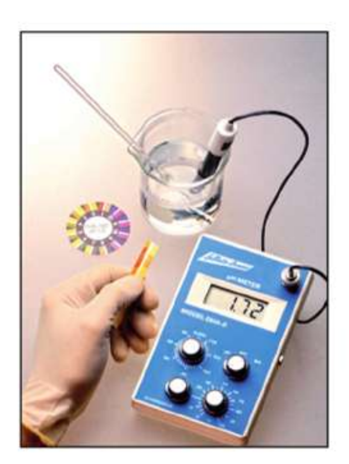


▲ شكل (١٤) ماصة ذات انتفاخين

أدوات قياس الأس الهيدروجينى (pH) :

الأس أو الرقم الهيدروجينى هو القياس الذى يحدد تركيز أيونات الهيدروجين H^+ فى المحلول ، لتحديد ما إذا كان حمضـًا أو قاعدة أو متعادلًا وهذا القياس على درجة كبيرة من الأهمية فى التفاعلات الكيميائية والتفاعلات البيوكيميائية ، ويوجد منه أشكال متعددة منها الشرائط الورقية والأجهزة الرقمية بأشكالها المختلفة. فعند استخدام الشريط الورقى يغمس فى المحلول المراد قياس الرقم الهيدروجينى له فيتغير لون الشريط إلى درجة معينة ثم تحدد قيمة pH من خلال تدريج يبدأ من 0 إلى 14 تبعـًا لدرجة اللون ، أما الجهاز الرقمى فهو أكثر دقة ، حيث يغمس قطب موصل بالجهاز فى المحلول فتظهر قيمة pH مباشرة على الشاشة الرقمية للجهاز فإذا كانت قيمة $pH < 7$ يكون المحلول حمضى وإذا كانت قيمة $pH > 7$ يكون المحلول قاعدى أما إذا كانت قيمة $pH = 7$ يكون المحلول متعادل .

بالاستعانة بالشبكة الدولية للمعلومات (الإنترنت) اكتب تقريرًا عن الأدوات المعملية المصغرة Microscale

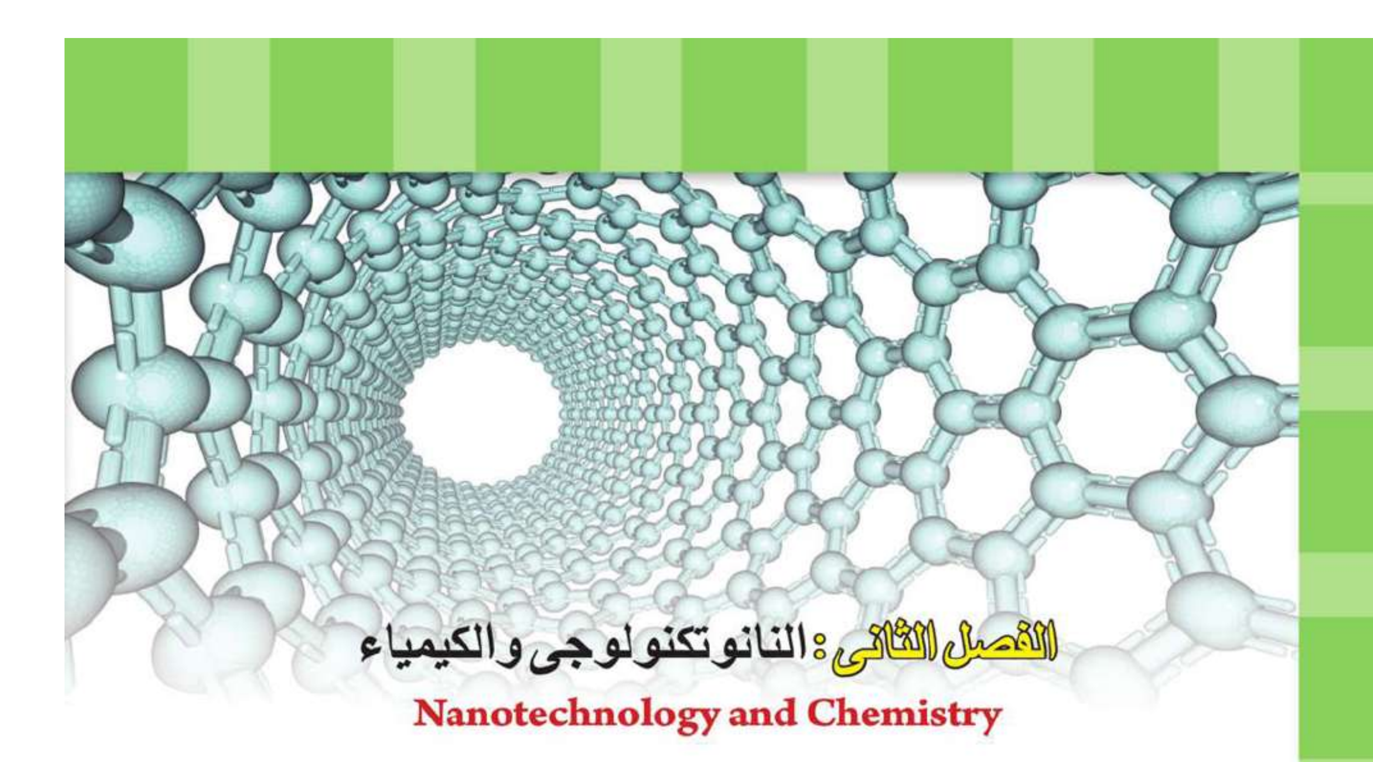


▲ شكل (١٥) أجهزة قياس الأس الهيدروجينى



▲ شكل (١٦) حقيبة أدوات معمل مصغرة





الفصل الثانى : النانوتكنولوجى والكيمياء

Nanotechnology and Chemistry

نواتج التعلم

في نهاية هذا الفصل يصبح الطالب قادراً على أن:

- يتعرف مفهوم النانوتكنولوجى.
- يعدد بعض تطبيقات كيمياء النانوتكنولوجى.
- يستنتج التأثيرات المفيدة والضارة للنانوتكنولوجى.

ما المقصود بالنانوتكنولوجى ؟

النانوتكنولوجى Nanotechnology مصطلح من كلمتين ، الكلمة الأولى نانو Nano وهى مأخوذة من كلمة نانوس Nanos اليونانية وتعنى القزم Dwarf أو الشيء المتناهى فى الصغر ، والثانية تكنولوجى Technology وتعنى التطبيق العملى للمعرفة فى مجال معين.

النانوتكنولوجى : هو تكنولوجيا المواد المتناهية فى الصغر ، ويختص بمعالجة المادة على مقياس النانو لإنتاج نواتج جديدة مفيدة وفريدة فى خواصها.

ركن التفكير

أيهما أكبر : المليون أم المليار ؟

أيهما أكبر : جزء من المليون أم جزء من المليار ؟

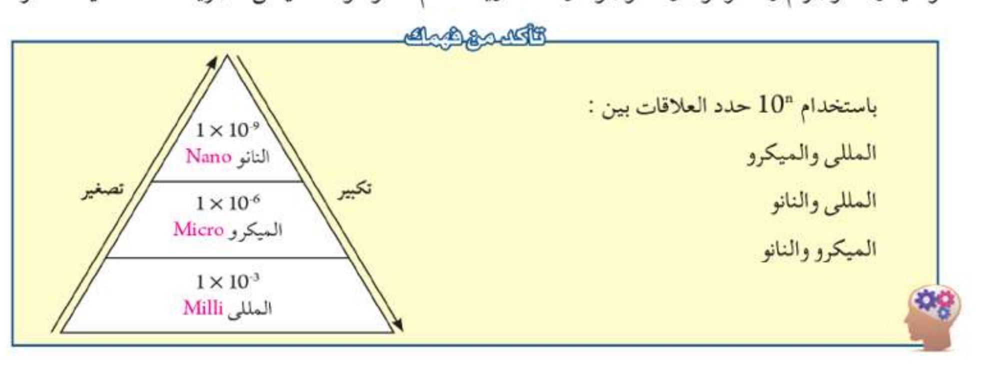
أيهما أكثر ضررًا : أن يكون تركيز مادة سامة (الرصاص مثلًا) فى مياه الشرب ، جزء واحد من المليار ، أو جزء واحد من المليون؟



النانو وحدة قياس فريدة

من وجهة النظر الرياضية والفيزيائية النانو بادئة لوحدة قياس ويساوى جزء واحد على مليار (0.000000001) من الوحدة المقاسة ؛ فالنانومتر (nm) يعادل جزء من مليار جزء من المتر أى أنها 10^{-9} متر. وكذلك هناك النانوثانية والنانوجرام والنانومول والنانوجول وهكذا. ويستخدم النانو كوحدة قياس للجزيئات المتناهية الصغر.

تأكد من فهمك



باستخدام 10^n حدد العلاقات بين :

المللى والميكرو

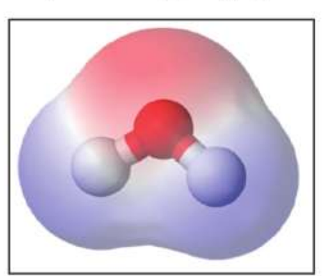
المللى والنانو

الميكرو والنانو

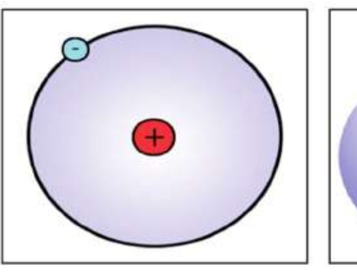
ويمكن توضيح مدى صغر وحدة النانو من خلال الأمثلة التالية :



شكل (١٧) قطر حبة الرمل يبلغ حوالى 10^6 nm.



شكل (١٨) قطر جزيء الماء يساوى 0.3 nm تقريبًا.



شكل (١٩) قطر الذرة الواحدة يتراوح بين 0.1 – 0.3 n...

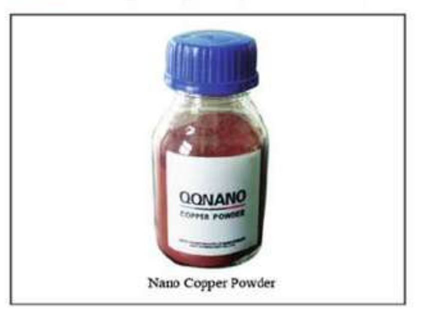
الفريد فى مقياس النانو Nanoscale هو أن خواص المادة فى هذا البعد كاللون والشفافية ، والقدرة على التوصيل الحرارى والكهربى والصلابة والمرونة ونقطة الإنصهار وسرعة التفاعل الكيميائى وغيرها من الخواص ، تتغير تمامًا وتصبح المادة ذات خواص جديدة وفريدة وقد اكتشف العلماء أن هذه الخواص تتغير باختلاف الحجم النانوى من المادة فيما يسمى بالخواص المعتمدة على الحجم.

الحجم النانوى الحرج : هو الحجم الذى تظهر فيه الخواص النانوية الفريدة للمادة ويكون أقل من 100 nm

وحتى يمكننا فهم الخواص المعتمدة على الحجم Size Dependant Characteristics والذى تنفرد به المواد النانوية ، نعرض الأمثلة التالية :

- **نانو الذهب** : نعلم أن الذهب أصفر اللون وله بريق ، ولكن عندما يتقلص حجم الذهب ليصبح بمقياس النانو فإنه يختلف ، وقد اكتشف العلماء أن نانو الذهب يأخذ ألوانا مختلفة حسب الحجم النانوى فقد يكون الذهب أحمر ، برتقالى ، أخضر وقد يصبح أزرق اللون ، وذلك لأن تفاعل الذهب فى هذا البعد من المادة مع الضوء يختلف عن الحجم المرئى منها.

- **نانو النحاس** : لاحظ العلماء أن صلابة جسيمات النحاس تزداد عندما تتقلص من قياس الماكرو macro (الوحدات الكبيرة) إلى قياس النانو nano وأنها تختلف باختلاف الحجم النانوى من المادة.



▲ شكل (٢٠) نانو النحاس

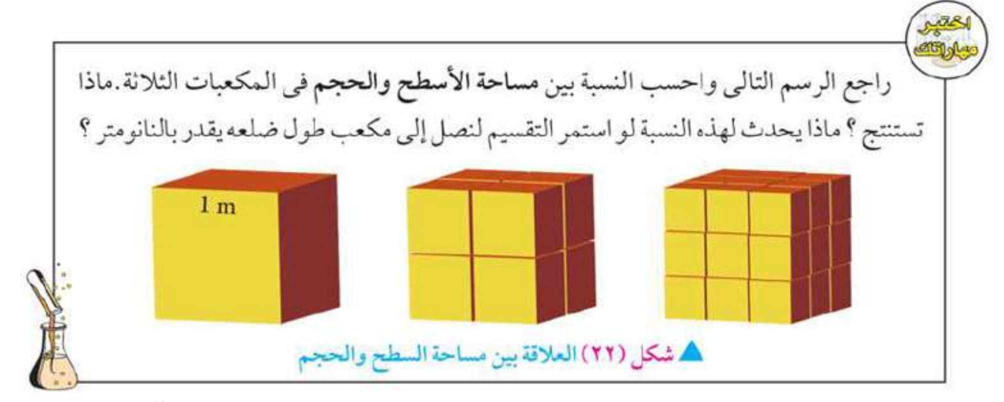


▲ شكل (٢١) ألوان مختلفة لنانو الذهب

وما ينطبق على الأمثلة السابقة ينطبق أيضًا على الحجم النانوى لأى مادة ، مما يجعل المواد النانوية تُظهر من الخواص الفريدة الفائقة مالا تظهره فى الحجمين الماكرو Macro ، والميكرو Micro من المادة، مما يؤدى إلى استخدامها فى تطبيقات جديدة غير مألوفة . وترجع الخواص الفائقة للمواد النانوية إلى العلاقة بين مساحة السطح إلى الحجم.

اختبر مهاراتك

راجع الرسم التالى واحسب النسبة بين **مساحة الأسطح والحجم** فى المكعبات الثلاثة. ماذا تستنتج ؟ ماذا يحدث لهذه النسبة لو استمر التقسيم لنصل إلى مكعب طول ضلعه يقدر بالنانومتر ؟



▲ شكل (٢٢) العلاقة بين مساحة السطح والحجم

فى الحجم النانوى من المادة تزداد النسبة بين مساحة السطح إلى الحجم زيادة كبيرة جدًّا ويصبح عدد ذرات المادة المعرضة للتفاعل كثيرة جدًّا إذا ما قورنت بعددها فى الحجم الأكبر من المادة ، هذه النسبة بين مساحة السطح إلى الحجم تكسب الجسيمات النانوية خواص كيميائية وفيزيائية وميكانيكية جديدة وفريدة.



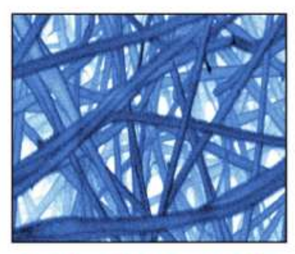
ويمكنك فهم ذلك ، إذا ما تذكرت أن سرعة ذوبان مكعب من السكر فى الماء أقل من سرعة ذوبان نفس المكعب فى نفس كمية الماء وفى نفس درجة الحرارة إذا تم تجزئته إلى حبيبات من السكر فى نفس كمية الماء ، فالنسبة الكبيرة بين مساحة السطح إلى الحجم فى حالة الحبيبات تزيد من سرعة الذوبان.

كيمياء النانو Nanochemistry

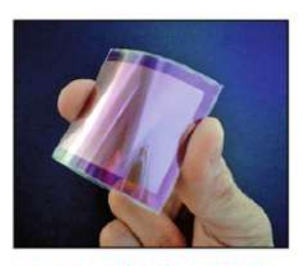
فرع من فروع علوم النانو ، يتعامل مع التطبيقات الكيميائية للمواد النانوية ويتضمن دراسة ووصف وتخليق المواد ذات الأبعاد النانوية . ويتعلق بالخواص الفريدة المرتبطة بتجميع الذرات والجزيئات بأبعاد نانوية ، والمواد النانوية متعددة الأشكال ، قد تكون على شكل حبيبات أو أنابيب أو أعمدة أو شرائح دقيقة أو أشكال أخرى ، ويمكن تصنيف المواد النانوية وفقا لعدد الأبعاد النانوية للمادة كما يلى :

المواد أحادية البعد النانوى

هى المواد ذات البعد النانوى الواحد ، ومن أمثلتها الأغشية الرقيقة Thin Films التى تستخدم فى طلاء الأسطح لحمايتها من الصدأ والتآكل، وفى تغليف المنتجات الغذائية بهدف وقايتها من التلوث والتلف. والأسلاك النانوية nanowires التى تستخدم فى الدوائر الإلكترونية والألياف النانوية التى تستخدم فى عمل مرشحات الماء.



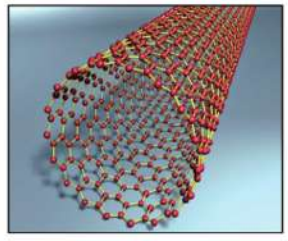
▲ شكل (٢٣) الألياف النانوية

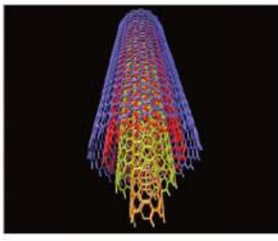


▲ شكل (٢٤) الأغشية الرقيقة

المواد ثنائية الأبعاد النانوية

وهى المواد النانوية التى تمتلك بعدين نانويين ، ومنها أنابيب الكربون النانوية Carbon nanotubes أحادية ومتعددة الجدر .





▲ شكل (٢٥) من أشكال أنابيب النانو أحادية ومتعددة الجدر

ومن الخواص المميزة لأنابيب الكربون النانوية :

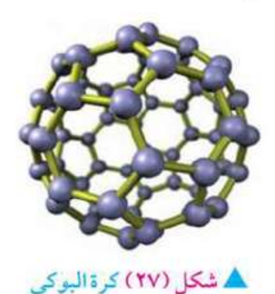
- موصل جيد للكهرباء والحرارة ، فدرجة توصيلها للكهرباء أعلى من النحاس ، أما توصيلها للحرارة فهو أعلى من درجة توصيل الماس.
- أقوى من الصلب بسبب قوى الترابط بين جزيئاتها ، وأخف منه وبذلك فإن سلك أنابيب النانو ، والذى يساوى حجم شعرة الإنسان يمكنه بسهولة أن يحمل قاطرة. هذه القوة ألهمت العلماء للتفكير فى عمل أحبال ذات متانة يمكن استخدامها فى المستقبل فى عمل مصاعد الفضاء.
- ترتبط بسهولة بالبروتين وبسبب هذه الخاصية ، يمكن استخدامها كأجهزة استشعار بيولوجية لأنها حساسة لجزيئات معينه .

المواد ثلاثية الأبعاد النانوية

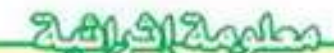
وهى المواد التى تمتلك ثلاثة أبعاد نانوية ، مثل صدفة النانو وكرات البوكى Bucky Balls . تتكون كرة البوكى من 60 ذرة من ذرات الكربون ويرمز لها بالرمز C60 ، ولها مجموعة من الخصائص المميزة والتى تعتمد على تركيبها. لاحظ أن النموذج الجزيئى لكرات البوكى يبدو ككرة قدم مجوفة ، وبسبب شكل الكرة المجوف يختبر العلماء الآن فاعلية استخدام كرة البوكى كحامل للأدوية فى الجسم. فالتركيب المجوف يمكنه أن يتناسب مع جزيء من دواء معين داخله. بينما الجزء الخارجى لكرات البوكى مقاوم للتفاعل مع جزيئات أخرى داخل الجسم .



▲ شكل (٢٦) صدفة النانو



▲ شكل (٢٧) كرة البوكى



اكتشف العلماء أن السيوف الدمشقية التى استخدمها العرب والمسلمون قديمًا والمعروفة بالقوة والصلابة يدخل فى تركيبها جسيمات الفضة النانوية.



▲ شكل (٢٨) السيف الدمشقى



تطبيقات نانوتكنولوجية

فى مجال الطب

- التشخيص المبكر للأمراض وتصوير الأعضاء والأنسجة.
- توصيل الدواء بدقة إلى الأنسجة والخلايا المصابة مما يزيد من فرص الشفاء ويقلل من الأضرار الجانبية للعلاج التقليدى الذى لا يفرق بين الخلايا المصابة والخلايا السليمة.
- إنتاج أجهزة متناهية الصغر للغسيل الكلوى يتم زراعتها فى جسم المريض.
- إنتاج روبوتات نانوية يتم إرسالها إلى تيار الدم حيث تقوم بإزالة الجلطات الدموية من جدار الشرايين دون تدخل جراحى.

معلومة إثرائية

الدكتور مصطفى السيد أول عالم مصرى يحصل على قلادة العلوم الوطنية الأمريكية لإنجازاته فى مجال النانوتكنولوجى وتطبيقه لهذه التكنولوجيا باستخدام مركبات الذهب النانوية فى علاج مرض السرطان.

فى مجال الزراعة

- التعرف على البكتريا فى المواد الغذائية وحفظ الغذاء.
- تطوير مغذيات ومبيدات حشرية وأدوية للنبات والحيوان بمواصفات خاصة.

فى مجال الطاقة

- إنتاج خلايا شمسية باستخدام نانو السيليكون تتميز بقدرة تحويلية عالية للطاقة فضلًا عن عدم تسرب الطاقة الحرارية.
- انتاج خلايا وقود هيدروجينى قليلة التكلفة وعالية الكفاءة.

فى مجال الصناعة

- إنتاج جزيئات نانوية غير مرئية تكسب الزجاج والخزف خاصية التنظيف التلقائى.
- تصنيع مواد نانوية من أجل تنقية الأشعة فوق البنفسجية بهدف تحسين نوعية مستحضرات التجميل والكريمات المضادة لأشعة الشمس.
- تكنولوجيا التغليف بالنانو على شكل طلاءات وبخاخات تعمل على تكوين طبقات تغليف تحمى شاشات الأجهزة الإلكترونية من الخدش.
- تصنيع أنسجة طاردة للبقع وتتميز بالتنظيف الذاتى (التلقائى).



فى مجال وسائل الاتصالات

- أجهزة النانو اللاسلكية والهواتف المحمولة والأقمار الصناعية.
- تقليص حجم الترانزستور.
- تصنيع شرائح إلكترونية تتميز بقدرة عالية على التخزين.

فى مجال البيئة

- مثل المرشحات النانوية التى تعمل على تنقية الهواء والماء ، وتحلية الماء وحل مشكلة النفايات النووية ، إزالة العناصر الخطيرة من النفايات الصناعية.

التأثيرات الضارة المحتملة للنانوتكنولوجى

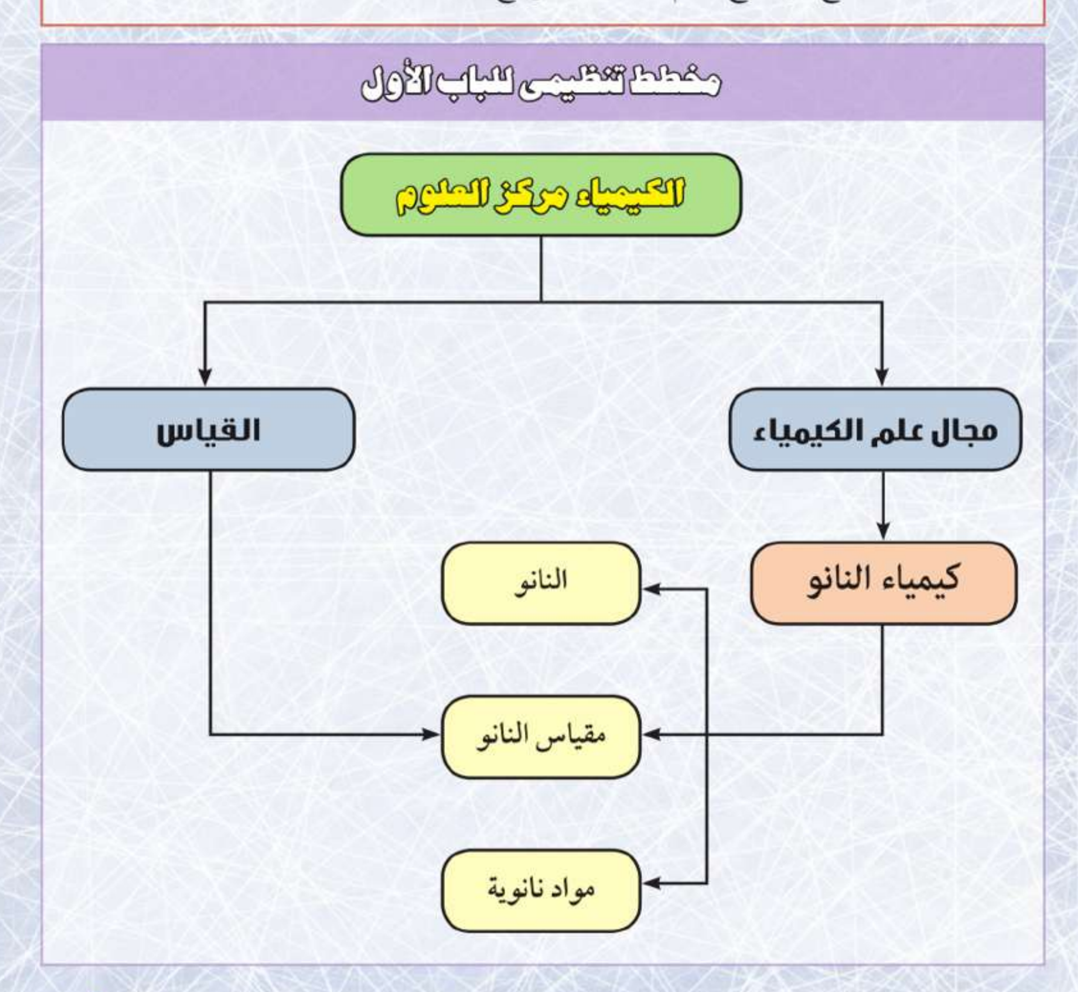
على الرغم من أن تكنولوجيا النانو لها العديد من التطبيقات إلا أن البعض يرى أنه من الممكن حدوث تأثيرات ضارة لها ، ومن مخاوفهم :

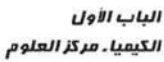
- **التأثيرات الصحية** : تتمثل فى أن جزيئات النانو صغيرة جدًّا يمكن أن تتسلل من خلال أغشية خلايا الجلد والرئة لتستقر داخل الجسم أو داخل أجسام الحيوانات وخلايا النباتات ما قد يتسبب عنه مشكلات صحية .
- **التأثيرات البيئية** : منها التلوث النانوى Nanopollution ونقصد به التلوث بالنفايات الناجمة عن عملية تصنيع المواد النانوية ، والتى يمكن أن تكون على درجة عالية من الخطورة، ذلك بسبب حجمها. حيث تستطيع أن تعلق فى الهواء وقد تخترق بسهولة الخلايا الحيوانية والنباتية فضلًا عن تأثيرها على كل من المناخ والماء والهواء والتربة.
- **التأثيرات الاجتماعية** : يرى المعنيون بالآثار الاجتماعية للنانوتكنولوجى أنها ستسفر عن تفاقم المشكلات الناجمة عن عدم المساواة الاجتماعية والاقتصادية القائمة بالفعل ومنها التوزيع غير المنصف للتكنولوجيا والثروات.

المصطلحات الأساسية فى الباب الأول

- **علم الكيمياء :** العلم الذى يهتم بدراسة تركيب المادة وخصائصها والتغيرات التى تطرأ عليها ، وتفاعل المواد المختلفة مع بعضها البعض.
- **القياس :** هو مقارنة كمية مجهولة بكمية أخرى من نوعها لمعرفة عدد مرات احتواء الأولى على الثانية.
- **وحدة القياس :** مقدار محدد من كمية معينة ، معرفة ومعتمدة بموجب القانون ، تستخدم كمعيار لقياس مقدار فعلى لهذه الكمية .
- **النانوتكنولوجى :** تكنولوجيا المواد المتناهية فى الصغر ، ويختص بمعالجة المادة على مقياس النانو لإنتاج نواتج جديدة مفيدة .
- **كيمياء النانو :** فرع من فروع علوم النانو ، يتعامل مع التطبيقات الكيميائية للمواد النانوية .

مخطط تنظيمى للباب الأول





أنشطة وأسئلة الباب الأول



الفصل الأول : علم الكيمياء والقياس

نشاط تطبيقى : العلاقة بين الكيمياء والبيولوجى
(أضرار تناول الشاى بعد الوجبات الغذائية)

الأمان والسلامة



الهدف من النشاط

☑ يستنتج العلاقة بين الكيمياء والعلوم الأخرى.
☑ يفسر خطورة تناول الشاى مباشرة بعد الوجبات.

المهارات المرجو اكتسابها

☑ فرض الفروض - التجريب - الاستنتاج.

المواد والأدوات المستخدمة

☑ كوب شاى - عصير ليمون أو فيتامين C - ملح كبريتات حديد III - أنابيب اختبار - حامل أنابيب - عدد 2 قارورة زجاجية 100 mL


الراسب


المحلول

خطوات إجراء النشاط :

قم مع زملائك فى مجموعتك باتباع خطوات الطريقة العلمية للإجابة عن المشكلة التى يطرحها هذا النشاط

- أذب 3 g من كبريتات الحديد III فى 50 mL من الماء المقطر، خذ الرائق من المحلول فى أنبوبة اختبار وسجل لونه.

اللون : ....

- صب فى أنبوبة اختبار كمية قليلة من الشاى ، ثم صب عليها كمية من محلول كبريتات الحديد III ، سجل ملاحظاتك.

الملاحظة : ....

- أذب فيتامين C أو قطرات من عصير الليمون فى ماء مقطر.
- أضف قطرات من محلول عصير الليمون أو فيتامين C إلى الراسب المتكون ، ثم سجل ملاحظاتك. هل يعود لون الراسب إلى لون محلول كبريتات الحديد III ؟

الملاحظة : ....

الاستنتاج والتفسير :

- ماذا تستنتج من التجربة ؟

....

- وضح كيف نستفيد من نتائج هذه التجربة فى مواقف حياتية ؟

....

- من التجربة السابقة وضح كيف تسهم الكيمياء فى علم البيولوجى ؟

....



نشاط تطبيقى : استخدام أدوات القياس
(تعيين كثافة الماء)







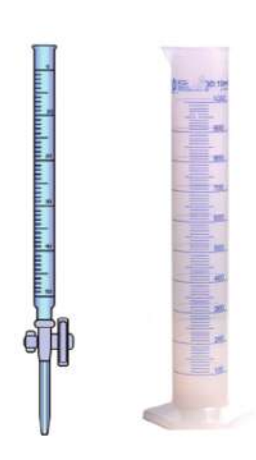

☑ استخدام أدوات القياس بدقة.



☑ استخدام الأدوات – الملاحظة.

المواد والأدوات المستخدمة

☑ كأس زجاجية سعة 100 mL به ماء مقطر – ماصة – مخبار مدرج – ميزان رقمى – سحاحة – زجاجة بلاستيكية.



خطوات إجراء النشاط :

أولًا : تعيين كثافة الماء المقطر باستخدام مخبار مدرج

- باستخدام الميزان ذو الكفة الفوقية حدد كتلة المخبار.
- باستخدام ماصة ، إملأ المخبار المدرج حتى علامة 10 mL بالماء المقطر الموجود فى الدورق.
- عين كتلة المخبار المدرج وبه الماء باستخدام الميزان.
- باستخدام البيانات التى لديك عين كثافة الماء.

تسجيل البيانات :

كتلة المخبار فارغ	كتلة المخبار وبه الماء	كتلة الماء	حجم الماء	كثافة الماء
....	....	....	....	....

ثانيًا : تعيين كثافة المياه باستخدام سحاحة

- باستخدام الميزان ذو الكفة الفوقية ، حدد كتلة زجاجة بلاستيكية صغيرة فارغة.
- إملأ سحاحة 50 mL بماء مقطر فى درجة حرارة الغرفة من ماء الدورق.
- سجل قراءة السحاحة فى البداية.
- من السحاحة، أضف 5 mL من الماء المقطر إلى الزجاجة البلاستيكية.

- سجل القراءة النهائية للسحاحة وحدد حجم الماء داخل الزجاجة البلاستيكية.
- عين كتلة الزجاجة وبها الماء باستخدام الميزان ذو الكفة الفوقية.
- باستخدام البيانات التى لديك حدد كثافة الماء.

تسجيل البيانات :

كتلة الزجاجة البلاستيكية فارغة (g)	كتلة الزجاجة وبها الماء (g)	كتلة الماء (g)	حجم الماء (mL)	كثافة الماء (g /mL)
....	....	....	....	....

التحليل :

- قارن بين كثافة الماء فى كل من التجربتين السابقتين.

....

- حدد مصادر الخطأ المحتملة فى القياسات السابقة؟

....

- أى النتائج أكثر دقة؟ ولماذا؟

....

أسئلة تقويمية

أولًا : اختر الإجابة الصحيحة :

(١) أحد أنواع الأجهزة التى تستخدم لقياس كتل المواد ....

أ. السحاحة   ب. الماصة

جـ. الميزان الحساس   د. الدوارق المستديرة

(٢) أحد أنواع الأدوات الزجاجية تستخدم فى عمليات التحضير والتقطير ....

أ. السحاحة   ب. الماصة

جـ. الميزان الحساس   د. الدوارق المستديرة

(٣) قيمة pH للمحلول الحمضى تكون ....

أ. < 7 ب. > 7

جـ. $= 7$ د. $= 14$

(٤) أحد أنواع الأدوات الزجاجية التى تستخدم فى عملية المعايرة ....

أ. الدوارق المستديرة   ب. الدوارق المخروطية

جـ. الدوارق العيارية   د. الماصة

ثانيًا : علل :

(١) القياس له أهمية كبرى فى الكيمياء.

....

(٢) يعتبر علم الكيمياء مركزاً لمعظم العلوم الأخرى كعلم البيولوجى والفيزياء والزراعة.

....

(٣) قياس الأس الهيدروجينى على درجة كبيرة من الأهمية فى التفاعلات الكيميائية والبيوكيميائية.

....

ثالثًا : اكتب المصطلح العلمي :

١) بناء منظم من المعرفة يتضمن الحقائق والمفاهيم والمبادئ والقوانين والنظريات العلمية، وطريقة منظمة فى البحث والتقصى. ....

٢) العلم الذى يهتم بدراسة تركيب المادة وخصائصها والتغيرات التى تطرأ عليها، وتفاعل المواد المختلفة مع بعضها البعض والظروف الملائمة لذلك. ....

٣) مقارنة كمية مجهولة بكمية أخرى من نوعها لمعرفة عدد مرات احتواء الأولى على الثانية. ....

٤) أنبوبة زجاجية طويلة مفتوحة الطرفين وتدريجها يبدأ من أعلى إلى أسفل. ....

٥) جهاز يستخدم لقياس كتل المواد. ....

رابعًا : أسئلة متنوعة :

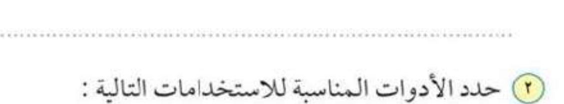
١) لاحظ الشكل الذى أمامك ثم أجب :

أ. اكتب أسماء الأدوات (١) و (٢) .

....

....

ب. اذكر وظيفة واحدة لكل منهما.



....

....

٢) حدد الأدوات المناسبة للاستخدامات التالية :

الأداة	الاستخدام
أ.	تعيين حجوم السوائل والأجسام الصلبة غير المنتظمة
ب.	نقل حجم محدد من مادة
جـ.	إضافة أحجام دقيقة من السوائل أثناء المعايرة
د.	تحضير محاليل معلومة التركيز بدقة





الفصل الثانى : النانوتكنولوجى والكيمياء

نشاط تطبيقى : تعرف مقياس النانو

الأمان والسلامة




الهدف من النشاط

- ☑ استنتاج العلاقات بين الأبعاد المختلفة.
- ☑ التعرف على مقياس النانو.
- ☑ استخدام التعبير الأسى (10^x) للتعبير عن النانو.



المهارات المرجو اكتسابها

- ☑ القياس – الملاحظة - الاستنتاج.



المواد والأدوات المستخدمة

- ☑ ورقة بيضاء - قطارة 1 mL - ملون غذائى - 200 mL من الماء - كوب من الماء - 9 أكواب صغيرة أو كؤوس شفافة - ماصة (10 mL) - صبغة

يوضح الجدول التالى البادئات المختلفة التى تستخدم للتعبير عن الطول ، تعرف على هذه الوحدات، ثم استخدم الجدول لايجاد العلاقات النسبية بين الأطوال التالية:

البادئة	القياس	الرمز العلمى
Kilo – كيلو	1000 m	1×10^3 m
Meter – متر	1 m	1×10^0 m
Deci – ديسى	0.1 m	1×10^{-1} m
Centi – سنتى	0.01 m	1×10^{-2} m
Milli – مللى	0.001 m	1×10^{-3} m
Micro – ميكرو	0.000001 m	1×10^{-6} m
Nano – نانو	0.000000001 m	1×10^{-9} m

وحدة القياس الأولى	وحدة القياس الثانية	العلاقة
الكيلومتر	المتر	10^3 m
المتر	الميكرومتر	أ. ....
الميكرو	النانو	ب. ....
المتر	النانو	جـ. ....

اشترك مع زملائك فى حل المشكلة التالية:

✪ عند اضافة مادة ملونه إلى ماء ، فى أى تركيز يظهر المحلول بدون لون؟ ....



خطوات إجراء النشاط :

- رقم الأكواب بالأرقام من ١ – ٩ ، ضع ورقة بيضاء تحت الأكواب.

....

- باستخدام الماصة ضع 1 mL من الصبغة الغذائية ، 9 mL من الماء فى الكأس رقم ١ ، حرك الكأس برفق لمزج المحلول.

....

- فى الكأس رقم 2 استخدم الماصة فى نقل 1 mL من محلول الكأس رقم ١ ثم اضف إليه 9 mL من الماء.

....

- واصل عملية التخفيف كما فعلت أعلاه حتى تصل إلى الكأس رقم ٩.

....

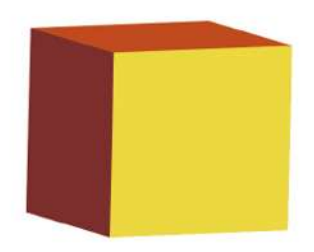
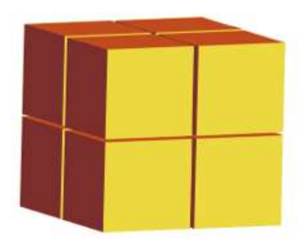
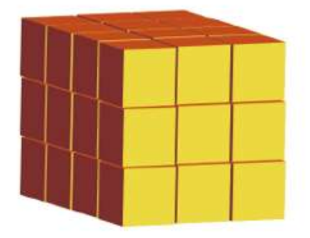
- فى جدول النتائج ، صف لون المحلول والتركيز فى كل حالة.

....

رقم الكوب	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩
التركيز	....	....	....	....	....	....	....	....	....
لون المحلول	....	....	....	....	....	....	....	....	....

أسئلة تقويمية

(١) لديك مكعب طول ضلعه 1 cm ، تم تقسيمه إلى مربعات أصغر مرات متتالية ، استخدم الجدول التالى فى التعبير عن العلاقة بين حجم المكعب ومساحة السطح فى كل حالة.

طول ضلع لمكعب cm	عدد المكعبات	مجموع مساحات الأوجه الستة للمكعب cm^2	مساحة السطح الكلى cm^2	الحجم cm^3	النسبة بين المساحة والحجم
1	1	....	....	....	....
1/2	8	....	....	....	....
1/3	....	....	....	....	....
....	....	....	....	....	....

أ. إذا استمر تقسيم المكعب لنصل إلى الحجم النانوى للمادة ، فأى العبارات التالية صواب ؟

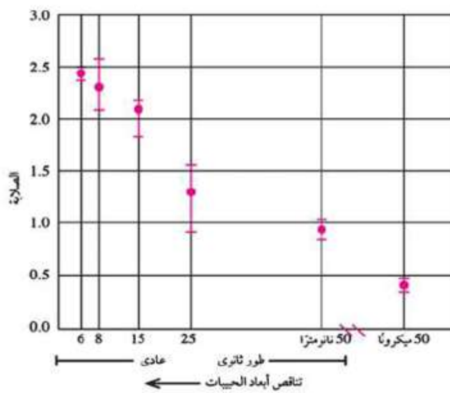
أولًا : تزداد النسبة بين مساحة السطح والحجم ، وتزداد سرعة التفاعل الكيميائى.

ثانيًا : تقل النسبة بين مساحة السطح والحجم ، وتقل سرعة التفاعل الكيميائى.

ب. فسِّر إجابتك على ضوء عدد الذرات المعرضة للتفاعل.

....

(٢) يعبر الشكل التالى عن العلاقة بين حجم حبيبات النحاس، وصلابتها، لاحظ الشكل جيدًا ثم أجب على الأسئلة التالية :



أ. ما الحجم الذى تكون فيه صلابة حبيبات النحاس أقل قيمة ؟ ....

ب. كيف تتغير صلابة الحبيبات بتقلصها إلى الحجم النانوى؟

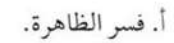
....

جـ. ما الحجم الذى تكون فيه صلابة حبيبات النحاس أعلى قيمة ؟ ....

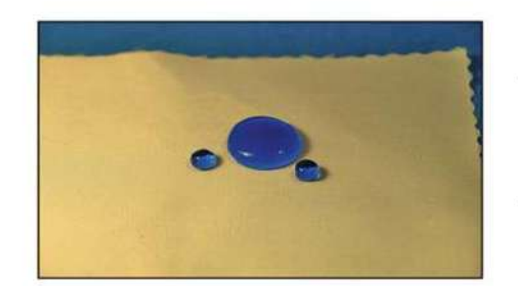
د. كيف تتغير صلابة الحبيبات بتغير الحجم النانوى ؟

....

(٣) يوضح الشكل الذى أمامك قطرة حبر على أحد الأنسجة :



أ. فسر الظاهرة.



....

ب. ما علاقتها بالنانوتكنولوجى ؟

....

جـ. أى الظواهر الحياتية ترتبط بهذه الظاهرة ؟

....

د. كيف أمكن الاستفادة من هذه الظاهرة فى تطبيقات حياتية ؟

....



أسئلة مراجعة الباب الأول

أولًا : اختر الإجابة الصحيحة :

(١) يختص بدراسة التركيب الكيميائى لأجزاء الخلية ....

أ. الكيمياء الفيزيائية　　　ب. الكيمياء الحيوية

جـ. الكيمياء العضوية　　　د. الكيمياء الكهربية

(٢) من المواد أحادية البعد النانوى ....

أ. ألياف النانو　　　ب. أنابيب النانو

جـ. صدفة النانو　　　د. كرات البوكى

(٣) أىٌّ مما يلى يعبر عن النانومتر ؟ ....

أ. 1×10^{9} متر　　　ب. 1×10 متر

جـ. 1×10^{-3} متر　　　د. 1×10^{-9} متر

(٤) يعتبر القياس النانوى مهما فى حياتنا لأنه ....

أ. يحتاج لأدوات خاصة لرؤيته والتعامل معه

ب. يٌظهر خواص جديدة لم تظهر من قبل

جـ. يحتاج لطرق خاصة لتصنيعه

د. جميع ما سبق

(٥) يمكن قياس الحجوم الدقيقة للسوائل بواسطة ....

أ. الكأس المدرج　　　ب. المخبار المدرج

جـ. الدورق القياسى　　　د. أنبوبة الاختبار

(٦) أي المقادير التالية أكبر ....

أ. 10^{-6} ب. 10^{-9}

جـ 10^{-3} د. 10^{-2}

(٧) عند تقسيم مكعب إلى مكعبات أصغر منه ....

أ. تقل مساحة السطح ويقل الحجم.

ب. تزيد مساحة السطح ويقل الحجم.

جـ. تقل مساحة السطح ويظل الحجم ثابت.

د. تزيد مساحة السطح ويظل الحجم ثابت.

(٨) سلوك الجسيمات النانوية يرتبط بحجمها المتناهى فى الصغروذلك لأن ....

أ. النسبة بين مساحة السطح إلى الحجم كبيرة جدًا بالمقارنه بالحجم الأكبر من المادة.

ب. عدد الذرات على سطح الجسيمات كبير بالمقارنه بعددها بالحجم الأكبر من المادة.

جـ. عدد الذرات على سطح الجسيمات صغير بالمقارنه بعددها بالحجم الأكبر من المادة.

د. أ، ب إجابات صحيحة.

ثانياً : اكتب المصطلح العلمي :

(١) يختص بمعالجة المادة على مقياس النانو لإنتاج منتجات جديدة مفيدة. ....

(٢) فرع من فروع علوم النانو ، يتعامل مع التطبيقات الكيميائية للمواد النانوية. ....

(٣) يستخدم لتعيين حجوم السوائل والأجسام الصلبة غير المنتظمة. ....

(٤) تغير خواص الجسيمات النانوية باختلاف حجمها فى مدى مقياس النانو. ....

(٥) يتضمن دراسة ووصف وتخليق المواد ذات الأبعاد النانوية. ....

(٦) يساوى واحد على مليار من المتر. ....



ثالثًا : اختر من العمود (أ) ما يناسبه من العمود (ب) ثم اختر ما يناسبهما من العمود (جـ) :

عمود (أ)	عمود (ب)	عمود (جـ)
مواد أحادية البعد النانوى	صدفات النانو	مصاعد الفضاء
مواد ثنائية الأبعاد النانوية	أسلاك النانو	علاج السرطان
مواد ثلاثية الأبعاد النانوية	أنابيب الكربون النانوية	الدوائر الالكترونية

رابعًا : قارن بين كل من :

(١) الخلايا الشمسية العادية والخلايا الشمسية النانوية.

(٢) صلابة النحاس، جسيمات النحاس النانوية.

خامسًا : اكتب نبذة مختصرة عن :

(١) التأثيرات الصحية الايجابية والسلبية لتكنولوجيا النانو.

(٢) أهمية العلاقة بين مساحة السطح والحجم فى المواد النانوية.

سادسًا : ما المقصود بكل من :

(١) القياس.

(٢) وحدة القياس.

(٣) النانوتكنولوجى.



الأهدافُ العامّةُ للباب الثانى :

فى نهايةِ هذا الباب يُصبح الطالب قادرًا على أن :

- يعبر عن تفاعل كيميائى باستخدام معادلة رمزية موزونة.
- يحسب كتلة المول لمركب كيميائى بمعلومية الكتل الذرية.
- يذكر العلاقة بين المول وعدد أفوجادرو.
- يتعرف حجم مول الغاز عند (م. ض. د).
- يحسب عدد مولات الغاز بمعلومية حجمه وحجم المول الواحد.
- يحسب النسبة المئوية لمكونات مادة بالاستعانة بصيغتها الكيميائية أو بالنتائج التجريبية.
- يستنبط الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية للمركب بالاستعانة بالنتائج التجريبية.
- يحسب كميات المواد المتفاعلة والناتجة من المعادلة المتزنة.
- يحسب النسبة المئوية للناتج الفعلى بالنسبة للناتج النظرى المحسوب من المعادلة الكيميائية المتزنة.

الباب الثانى

فصول الباب الثانى :



① المول والمعادلة الكيميائية



② حساب الصيغة الكيميائية

القضايا المتضمنة : ترشيد الاستهلاك



العصرية للطباعة

عادة ما يحتاج الكيميائيون أو دارسوا الكيمياء للإجابة على تساؤل مهم وهو كم يكون ... ؟

فإذا كان المطلوب تحضير أحد العقاقير الطبية بطريقة كيميائية فلابد من تحديد كميات ومقادير المواد الداخلة فى تركيب هذا العقار بدقة حتى يأتى بالنتائج المتوقعة له.

فالكيمياء علم كمى نستخدمه لتحليل عينات معينة لتحديد نسب مكوناتها ، كذلك فإن تحديد كميات المواد الداخلة والناتجة من التفاعل الكيميائى يكون مرتبطًا بالمعادلة الكيميائية المعبرة عن هذا التفاعل.

وهناك أكثر من وسيلة للقياس يمكن التعامل بها مع المواد المختلفة مثل الكتلة أو العدد أو الحجم ، ويتوقف ذلك على طبيعة المواد التى نتعامل معها وفى هذا الجزء سوف نتناول الطرق الحسابية المستخدمة لتحديد الكميات فى التفاعلات الكيميائية.

الكيمياء الكمية
Quantitative Chemistry

المصطلحاتُ الأساسيّةُ :

- المعادلة الموزونة — Balanced Equation
- كتلة — Mass
- المول — Mole
- الصيغة الجزيئية — Molecular Formula
- الصيغة الكيميائية — Chemical Formula
- الصيغة الأولية — Empirical Formula
- الكتلة الذرية — Atomic Mass
- عدد أفوجادرو — Avogadro's Number
- المتفاعلات — Reactants
- النواتج — Products
- الناتج الفعلى — Practical Yield
- الناتج النظرى (المحسوب) — Theoretical Yield





الفصل الأول: المول والمعادلة الكيميائية
Mole and Chemical Equation

نواتج التعلم

في نهاية هذا الفصل يصبح الطالب قادرًا على أن:

- يعبر عن تفاعل كيميائى باستخدام معادلة رمزية موزونة.
- يحسب كتلة المول لمركب كيميائى بمعلومية الكتل الذرية.
- يتذكر العلاقة بين المول وعدد أفوجادرو.
- يتعرف حجم مول الغاز عند (م. ض. د).
- يحسب عدد مولات الغاز بمعلومية حجمه وحجم المول الواحد.
- يحسب كميات المواد المتفاعلة والناتجة من المعادلة المتزنة باستخدام وحدات المول والكتلة.
- يقدر جهود العلماء.
- يقدر عظمة الخالق وإبداعه فى الكون.

المعادلة الكيميائية Chemical Equation

تبين الروابط التالية ببنك المعرفة المصرى مفهومى التفاعل الكيميائى والمعادلة الكيميائية:





والجدول رقم (١) يوضح الرموز المستخدمة للتعبير عن الحالات الفيزيائية، وتكتب يمين الرمز الكيميائى للمادة.

صلب	Solid	s
سائل	Liquid	ℓ
غاز	Gas	g
محلول مائى	Aqueous Solution	aq

▲ جدول (١) رموز الحالة الفيزيائية للمادة



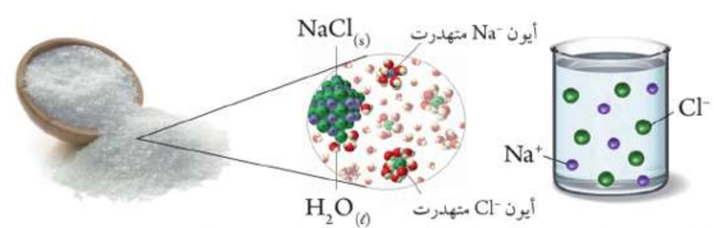


المعادلة الأيونية

بعض العمليات الفيزيائية مثل تفكك بعض المركبات الأيونية عند ذوبانها فى الماء أو انصهارها ، وكذلك بعض التفاعلات الكيميائية تتم بين الأيونات مثل تفاعلات التعادل بين الحمض والقاعدة أو تفاعلات الترسيب يتم التعبير عنها فى صورة معادلات أيونية.

✓ فعند إذابة ملح كلوريد الصوديوم فى الماء يعبر عنه بالمعادلة الأيونية التالية :

$$NaCl_{(s)} \xrightarrow{\text{ماء}} Na^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)}$$



▲ شكل (٣) عند إذابة ملح كلوريد الصوديوم فى الماء فإنه يتفكك إلى أيونات Na^+ , Cl^-

✓ عند تعادل حمض الكبريتيك مع هيدروكسيد الصوديوم لتكوين ملح كبريتات صوديوم وماء ، فإننا نعبر عن هذا التفاعل بالمعادلة الرمزية التالية :

$$2NaOH_{(aq)} + H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow Na_2SO_{4(aq)} + 2H_2O_{(\ell)}$$

وحيث أن هذه المواد فى محاليلها المائية تكون موجودة فى صورة أيونات ما عدا الماء هو المادة الوحيدة الموجودة فى صورة جزيئات ، فإنه يمكن التعبير عن هذا التفاعل فى صورة معادلة أيونية كما يلى :

$$\cancel{2Na^{+}_{(aq)}} + 2OH^{-}_{(aq)} + 2H^{+}_{(aq)} + \cancel{SO_4^{2-}} \longrightarrow \cancel{2Na^{+}_{(aq)}} + \cancel{SO_4^{2-}} + 2H_2O_{(\ell)}$$

وبالنظر إلى المعادلة السابقة نجد أن أيونات Na^+ وأيونات $SO^{2-}_{4(aq)}$ ظلت فى التفاعل كما هى دون اتحاد ، أى أنها لم تشترك فى التفاعل ، وبإهمالها من طرفى المعادلة نحصل على المعادلة الأيونية المعبرة عن التفاعل ، والتى تبين الأيونات المتفاعلة فقط.

$$2OH^{-}_{(aq)} + 2H^{+}_{(aq)} \longrightarrow 2H_2O_{(\ell)}$$

وعند إضافة قطرات من محلول ملح كرومات البوتاسيوم إلى محلول نترات الفضة يتكون كرومات الفضة الذى لا يذوب فى الماء فينفصل فى صورة صلبة عبارة عن راسب أحمر.

$$K_2CrO_{4(aq)} + 2AgNO_{3(aq)} \longrightarrow 2KNO_{3(aq)} + Ag_2CrO_4\downarrow_{(s)}$$

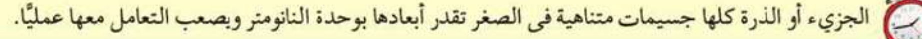




عبر عن التفاعل السابق بمعادلة أيونية موزونة.


لاحظ أن

فى المعادلة الأيونية الموزونة يجب أن يكون مجموع الشحنات الموجبة مساويًا لمجموع الشحنات السالبة فى كل من طرفى المعادلة بالإضافة إلى تساوى عدد ذرات العنصر الداخلة والناتجة من التفاعل.



تذكر أن

الجزيء : هو أصغر جزء من المادة يمكن أن يوجد على حالة انفراد وتتضح فيه خواص المادة.

الذرة : هى أصغر وحدة بنائية للمادة تشترك فى التفاعلات الكيميائية.

الجزيء أو الذرة كلها جسيمات متناهية فى الصغر تقدر أبعادها بوحدة النانومتر ويصعب التعامل معها عمليًا.

The Mole المول

اتفق العلماء على استخدام اصطلاح المول فى النظام الدولى للقياس (SI) للتعبير عن كميات المواد المستخدمة والناتجة من التفاعل الكيميائى.

والرابط التالى ببنك المعرفة المصرى يوضح كيفية حساب الكتلة الجزيئية وعلاقتها بالمول:

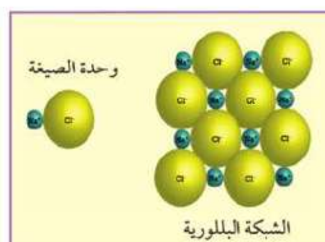


من خلال الرابط كم تكون كتلة المول من غاز CO_2 ؟

- فى حالة المركبات الأيونية والتى يمكن التعبير عن وحدتها البنائية بوحدة الصيغة بدلًا من الجزيء ، فإن كتلة وحدة الصيغة يمكن حسابها بنفس طريقة حساب الكتلة الجزيئية.


لاحظ أن

المركبات الأيونية تكون فى شكل بناء هندسى منتظم يعرف بالشبكة البللورية ، حيث يحاط الأيون بأيونات مخالفة له فى الشحنة من جميع الاتجاهات ، ويمكن التعبير عنها بوحدة الصيغة التى توضح النسبة بين الأيونات المكونة لها. والصورة التى أمامك توضح نموذجًا تخطيطيًا للشبكة البللورية لملح كلوريد الصوديوم الأيونى.



فعلى سبيل المثال فإن كتلة وحدة الصيغة من كلوريد الكالسيوم الأيونى $CaCl_2$ تحسب كالآتى :

كتلة $CaCl_2$ = (2 × كتلة أيون الكلوريد) + (1 × كتلة أيون الكالسيوم)

فإذا علمت أن الكتلة الذرية للكلور = 35.5 amu والكتلة الذرية للكالسيوم = 40 amu

فإن كتلة $CaCl_2 = (35.5 \times 2) + (40 \times 1) = 40 + 71 = 111$ amu

وبذلك يكون مول من وحدات الصيغة $CaCl_2 = 111$ g



▲ شكل (٤) وحدة الصيغة من كلوريد الكالسيوم

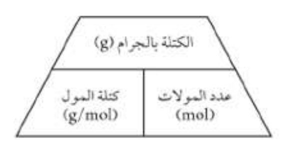
معلومة إثرائية



أول من أطلق اسم (مول) هو العالم فيلهلم أوستفالد فى عام ١٨٩٤م من الكلمة الألمانية Mol وهو تكبير لكلمة Molecule أى جزيء

إذا استخدمت كتلة من غاز ثانى أكسيد الكربون مقدارها 44 g فهذا يعنى أنك تستخدم مولًا واحدًا منه.
وإذا استخدمت كتلة منه مقدارها 22 g فإنك تستخدم نصف مول منه.

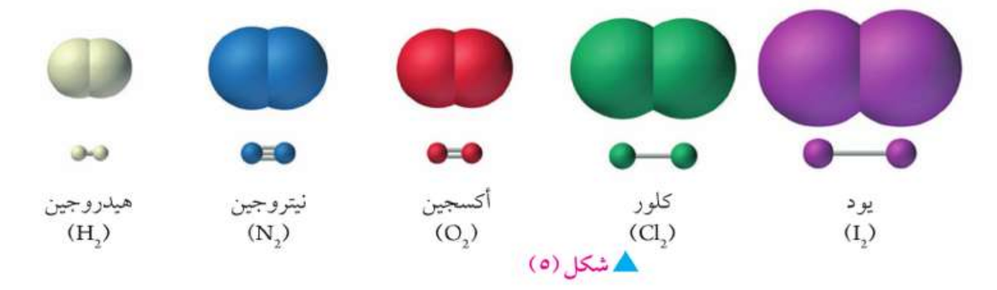
كتلة المادة بالجرام = عدد مولاتها × الكتلة المولية لها



- تختلف كتلة المول من مادة لأخرى ، ويرجع ذلك إلى اختلاف المواد عن بعضها فى تركيبها الجزيئى وبالتالى اختلاف كتلتها الجزيئية ، حيث أن مول من النحاس $(Cu) = 63.5$ g بينما مول من كبريتات النحاس المائية $(CuSO_4.5H_2O) = 249.5$ g

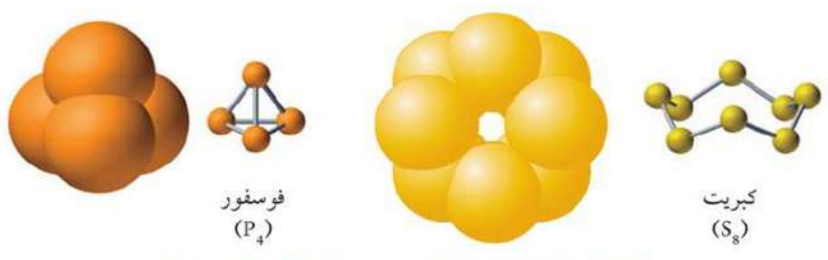
- يختلف مول جزيء العنصر عن مول ذرة العنصر فى الجزيئات ثنائية الذرة مثل الأكسجين O_2 والنيتروجين N_2 والهيدروجين H_2 وغيرها.

فإذا كان الأكسجين فى صورة جزيئات فإن كتلة المول من جزيئات الأكسجين $O_2 = 2 \times 16 = 32$ g
وإذا كان الأكسجين فى صورة ذرات تكون كتلة المول من ذرات الأكسجين $O = 1 \times 16 = 16$ g



▲ شكل (٥)

- هناك عناصر يختلف تركيبها الجزيئى تبعًا لحالتها الفيزيائية مثل الفوسفور فى الحالة البخارية يتكون الجزيء من أربعة ذرات (P_4) ، وكذلك الكبريت فى الحالة البخارية يوجد فى صورة جزيء ثمانى الذرات (S_8) ، بينما فى الحالة الصلبة فإن جزيء كل منهما عبارة عن ذرة واحدة ، وبالتالى يختلف المول فى الحالة البخارية عن المول فى الحالة الصلبة.



▲ شكل (٦) اختلاف التركيب الجزيئى تبعًا للحالة الفيزيائية



احسب الكتلة المولية لكل مما يأتى P_4 ، NaCl ، H_2SO_4 ، H_2O علما بأن الكتل الذرية هى [H = 1 ، O = 16 ، S = 32 ، Na = 23 ، Cl = 35.5 ، P = 31]

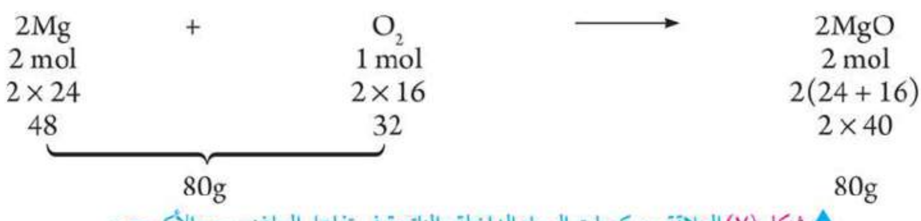
ويمكن حساب الكميات الداخلة والناتجة من تفاعل الماغنسيوم والأكسجين كما يلى :

$$2Mg_{(s)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2MgO_{(s)}$$

2 مول من الماغنسيوم تحتاج إلى 1 مول من الأكسجين لينتج 2 مول من أكسيد الماغنسيوم

أى أن 48 g من الماغنسيوم تحتاج إلى 32 g من الأكسجين لينتج 80 g من أكسيد الماغنسيوم

علمًا بأن الكتلة الذرية Atomic Mass لكل من الماغنسيوم والأكسجين هى 24 amu ، 16 amu على الترتيب.



▲ شكل (٧) العلاقة بين كميات المواد الداخلة والناتجة فى تفاعل الماغنسيوم والأكسجين

المادة المحددة للتفاعل :

إن كل تفاعل كيميائى يحتاج كميات محسوبة بدقة من المتفاعلات للحصول على الكميات المطلوبة من النواتج. وإذا زادت كمية أحد المتفاعلات عن المطلوب فإن هذه الكمية الزائدة تظل كما هى دون أن تشترك فى التفاعل. وتسمى المادة المتفاعلة التى تستهلك تمامًا أثناء التفاعل الكيميائى بالمادة المحددة للتفاعل وهى التى ينتج عن تفاعلها مع باقى المتفاعلات العدد الأقل من مولات المواد الناتجة.



مثال:

يتفاعل الماغنسيوم مع الأكسجين تبعًا للمعادلة : $2Mg_{(s)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2MgO_{(s)}$

ما العامل المحدد للتفاعل عند استخدام 32g من الأكسجين مع 12g من الماغنسيوم ؟

[Mg = 24 , O = 16]

الحل:

عدد مولات $O_2 = \frac{32}{32} = 1\ mol$

عدد مولات $MgO = 1\ mol\ O_2 \times \frac{2\ mol\ MgO}{1\ mol\ O_2} = 2\ mol\ MgO$

عدد مولات $Mg = \frac{12}{24} = 0.5\ mol$

عدد مولات $MgO = 0.5\ mol\ Mg \times \frac{2\ mol\ MgO}{2\ mol\ Mg} = 0.5\ mol\ MgO$

∴ الماغنسيوم هو العامل المحدد للتفاعل ، لان عدد مولات MgO الناتجة عنه هى الأقل عددًا

المول وعدد أڤوجادرو The Mole and Avogadro's number

يبين الرابط التالى ببنك المعرفة المصرى العلاقة بين المول وعدد افوجادرو :



مما سبق يمكن أن نعبر عن العلاقة بين عدد المولات وعدد الذرات أو الجزيئات أو الأيونات فى القانون الكلى :

عدد (الذرات / الجزيئات / الأيونات) = عدد مولات (الذرات / الجزيئات / الأيونات) × عدد أفوجادرو (6.02×10^{23})

مثال:

احسب عدد ذرات الكربون الموجودة فى 50 g من كربونات الكالسيوم علمًا بأن:

[Ca = 40 , C = 12 , O = 16]





الحل:

مول من كربونات الكالسيوم $CaCO_3 = 40 + 12 + 3 \times 16 = 100\ g$

وحيث أن مول من $CaCO_3$ $\xrightarrow{\text{يحتوى على}}$ $1\ mol$ من ذرات الكربون C

أى أن $100\ g$ $\xrightarrow{\text{تحتوى على}}$ $1\ mol$ من ذرات الكربون C

لذلك فإن $50\ g$ $\xrightarrow{\text{تحتوى على}}$ $X\ mol$

$\therefore$ X (عدد مولات ذرات الكربون) $= \frac{1 \times 50}{100} = 0.5\ mol$

$\therefore$ عدد ذرات الكربون $= 0.5 \times 6.02 \times 10^{23} = 3.01 \times 10^{23}$ ذرة

المول وحجم الغاز The Mole and the Volume of Gas

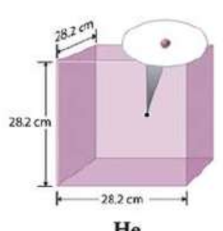
من المعلوم أن المادة الصلبة أو السائلة لها حجم ثابت ومحدد يمكن قياسه بطرق متعددة. أما حجم الغاز فإنه يساوى دائمًا حجم الحيز أو الإناء الذى يشغله. ولكن نتيجة البحث العلمى والتجارب وجد العلماء أن المول من أى غاز إذا وضع فى الظروف القياسية من درجة الحرارة والضغط Standard Temperature and Pressure (STP) يشغل حجمًا محددًا قدره 22.4 لترًا.

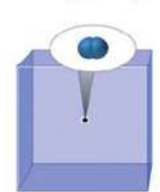
لاحظ أن

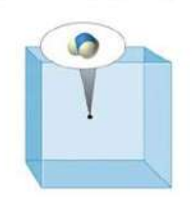


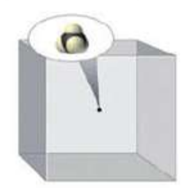
الظروف القياسية من درجة الحرارة والضغط (STP) تعنى وجود المادة فى درجة حرارة 273 كلفن والتى تعادل 0°C وضغط 760 mm.Hg وهو الضغط الجوى المعتاد 1 atm.p

هذا يعنى أن مولًا من غاز الميثان CH_4 يشغل حجمًا قدره 22.4 L كما أن مولًا من غاز الأمونيا NH_3 يشغل حجمًا قدره 22.4 L أيضًا بشرط أن تكون هذه الغازات فى (STP) .









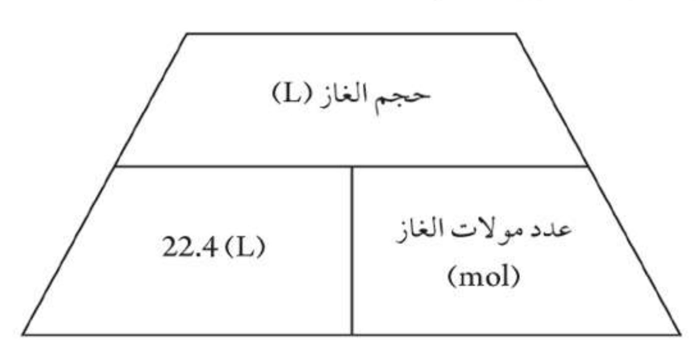
▲ شكل (٩) العلاقة بين عدد مولات الغاز وحجمه فى الظروف القياسية

قانون افوجادرو : يتناسب حجم الغاز تناسبًا طرديًا مع عدد مولاته عند ثبوت الضغط ودرجة الحرارة



وبذلك يمكن التعبير عن العلاقة بين عدد مولات الغاز وحجمه فى الظروف القياسية من الضغط ودرجة الحرارة كما يلى :

حجم الغاز (STP) = عدد مولات الغاز × 22.4 L



مثال:

احسب حجم الأكسجين اللازم لإنتاج 90 g من الماء عند تفاعله مع وفرة من الهيدروجين فى الظروف القياسية (STP). [O = 16 , H = 1]

الحل:

$$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(\ell)}$$

$$2\text{ mol} \quad 1\text{ mol} \qquad\qquad 2\text{ mol}$$

مول من الماء $H_2O = 2 \times 1 + 16 = 18\text{ g}$

من المعادلة نجد أن :

1 mol من O_2 ⟵ 2 mol من H_2O

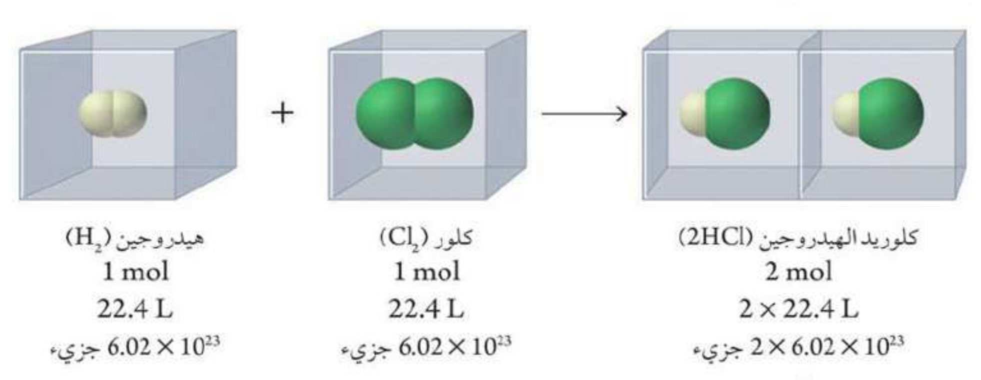
X mol من O_2 ⟵ 90 g من H_2O

∴ X (عدد مولات الأكسجين) = $\frac{1 \times 90}{36} = 2.5\text{ mol}$

∴ حجم غاز الأكسجين = $2.5 \times 22.4 = 56\text{ L}$

فرض أفوجادرو : الحجوم المتساوية من الغازات المختلفة تحت نفس الظروف من الضغط ودرجة الحرارة تحتوى على أعداد متساوية من الجزيئات.

وهذا يعنى أن المول من أى غاز فى الظروف القياسية من الحرارة والضغط (STP) يشغل حجمًا قدره 22.4 L ويحتوى على 6.02×10^{23} جزيء من هذا الغاز. وإذا تضاعف عدد المولات يتضاعف الحجم ويتضاعف عدد الجزيئات أيضًا .



كلوريد الهيدروجين (2HCl)	كلور (Cl_2)	هيدروجين (H_2)
2 mol	1 mol	1 mol
2×22.4 L	22.4 L	22.4 L
$2 \times 6.02 \times 10^{23}$ جزيء	6.02×10^{23} جزيء	6.02×10^{23} جزيء

▲ شكل (١٠) حجوم الغازات الداخلة فى التفاعل والناتجة منه ذات نسب محددة

مما سبق يمكننا وضع عدة مفاهيم للمول منها ما يلى :

- الكتلة الذرية أو الجزيئية أو وحدة الصيغة معبرًا عنها بالجرامات.
- عدد ثابت من الجزيئات أو الذرات أو الأيونات أو وحدات الصيغة مقداره 6.02×10^{23} .
- كتلة 22.4 L من الغاز فى الظروف القياسية من الحرارة والضغط (STP).

المول : هو كمية المادة التى تحتوى على عدد أفوجادرو (6.02×10^{23}) من الذرات أو الجزيئات أو الأيونات أو وحدات الصيغة للمادة.



الفصل الثانى: حساب الصيغة الكيميائية
Calculation of Chemical Formula

نواتج التعلم

في نهاية هذا الفصل يصبح الطالب قادرًا على أن:

- يحسب النسبة المئوية لمكونات مادة بالاستعانة بصيغتها الكيميائية أو بالنتائج التجريبية.
- يستنبط الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية للمركب بالاستعانة بالنتائج التجريبية.
- يحسب النسبة المئوية للناتج الفعلى بالنسبة للناتج النظرى المحسوب من المعادلة الكيميائية المتزنة.

النسبة المئوية الكتلية
Mass Percent

أصبحت الملصقات الموجودة على المعلبات الغذائية أو المياه المعدنية ، وكذلك النشرات الموجودة داخل علب الأدوية شيء مهم وضرورى لتوعية المستهلكين بمكونات هذه المواد ، وعادة ما يستخدم مصطلح النسبة المئوية والذى يعنى عدد الوحدات من الجزء بالنسبة لكل 100 وحدة من الكل. وفى الحسابات الكيميائية يمكن استخدام مصطلح النسبة المئوية لحساب نسب كل مكون من مكونات عينة ما ؛ فعند حساب نسبة النيتروجين فى سماد نترات الأمونيوم NH_4NO_3 ، يجب أن نعلم كم جرامًا من النيتروجين موجودة فى 100 g من السماد ، ويمكن تحديد ذلك إما بالاستعانة بالصيغة الجزيئية للمادة أو من خلال النتائج التجريبية التى يتم الحصول عليها عمليًا.

$$\text{النسبة المئوية الكتلية للعنصر} = \frac{\text{كتلة العنصر فى العينة}}{\text{الكتلة الكلية للعينة}} \times 100\%$$

أضف إلى معلوماتك



يمكن حساب النسبة المئوية لعنصر فى مركب بمعلومية الكتلة المولية الذرية للعنصر والكتلة المولية للمركب من العلاقة :

$$\text{النسبة المئوية لعنصر} = \frac{\text{كتلة العنصر بالجرام فى مول واحد من المركب}}{\text{كتلة مول واحد من المركب}} \times 100\%$$

فالكتلة المولية لنترات الأمونيوم $NH_4NO_3 = (O) \times 3 + (N) \times 2 + (H) \times 4$

$= 3 \times 16 + 2 \times 14 + 4 \times 1 = 80\text{ g}$

هذه الكتلة تحتوى بداخلها على $2(N)$ أى $28\text{ g} = 2 \times 14$ من النيتروجين

$$\%\,N = \frac{\text{الكتلة المولية للنيتروجين (28)}}{\text{الكتلة المولية لنترات الأمونيوم (80)}} \times 100\% = 35\%$$

احسب نسبة كل من الأكسجين والهيدروجين بنفس الطريقة.

مجموع نسب العناصر المكونة للمركب لابد أن يساوى 100 ، ففى نترات الأمونيوم نجد أن نسبة النيتروجين (35%) + نسبة الأكسجين (60%) + نسبة الهيدروجين (5%) = 100%

لاحظ أن



يمكن حساب كتلة العنصر فى مركب بمعلومية النسبة المئوية له فى هذا المركب.

يمكن حساب عدد مولات كل عنصر فى المركب بمعلومية النسبة المئوية له والكتلة المولية للمركب.

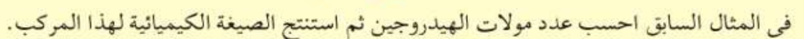
مثال:

احسب عدد مولات الكربون فى مركب عضوى يحتوى على كربون وهيدروجين فقط. إذا علمت أن نسبة الكربون فى هذا المركب هى % 85.71 والكتلة المولية لهذا المركب 28 g $(C = 12 , H = 1)$

الحل:

$$\text{كتلة الكربون} = \frac{\text{نسبة الكربون} \times \text{الكتلة المولية للمركب}}{100\%} = \frac{28 \times 85.71\%}{100\%} = 24\text{ g}$$

$$\therefore \text{عدد مولات الكربون} = \frac{24}{12} = 2\text{ mol}$$



فكر واستنتج



فى المثال السابق احسب عدد مولات الهيدروجين ثم استنتج الصيغة الكيميائية لهذا المركب.

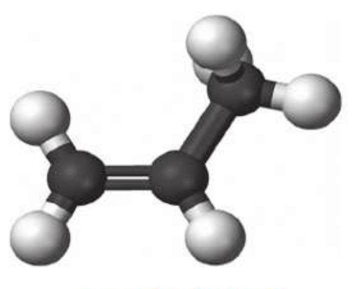
حساب الصيغة الكيميائية

تنقسم الصيغ الكيميائية إلى عدة أنواع هى الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية والصيغة البنائية ، ويمكن استخدام الحساب الكيميائى فى التعبير عن كل من الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية.

الصيغة الأولية Empirical Formula : هى صيغة تعبر عن أبسط نسبة عددية بين ذرات العناصر التى يتكون منها جزيء المركب.

وهى عملية إحصاء نسبى لعدد الذرات أو مولات الذرات فى الجزيئات أو وحدات الصيغة لمركب.

مثال : الصيغة الجزيئية المعبرة عن مركب البروبيلين هى C_3H_6 وهى تعنى أن الجزيء يتركب من 6 ذرات هيدروجين و3 ذرات كربون ، أى بنسبة 6 (H) : 3 (C) وإذا قمنا بتبسيط هذه النسبة إلى أقل قيمة صحيحة ممكنة بالقسمة على المعامل (3) تصبح النسبة 2 (H) : 1 (C) وبذلك تكون الصيغة الأولية لهذا المركب هى CH_2



▲ شكل (١١) البروبيلين

لاحظ أن



الصيغة الأولية فى هذه الحالة لا تعبر عن التركيب الحقيقى للجزيء ، ولكنها توضح فقط أبسط نسبة بين مكوناته.

فى بعض الأحيان تعبر الصيغة الأولية عن الصيغة الجزيئية أيضًا مثل جزيء أول أكسيد الكربون CO أو أكسيد النيتريك NO

قد تشترك عدة مركبات فى صيغة أولية واحدة مثل الأسيتيلين C_2H_2 والبنزين العطرى C_6H_6 ، حيث أن الصيغة الأولية لهما هى (CH)

يمكن حساب الصيغة الأولية للمركب بمعلومية النسبة المئوية للعناصر المكونة له على اعتبار أن هذه النسبة تمثل كتل هذه العناصر الموجودة فى كل 100 g من المركب.



مثال:

احسب الصيغة الأولية لمركب يحتوى على نيتروجين بنسبة 25.9% وأكسجين بنسبة 74.1% علمًا بأن

$(N = 14 , O = 16)$

الحل:

عدد مولات النيتروجين = $\frac{25.9}{14} = 1.85 \text{ mol}$

عدد مولات الأكسجين = $\frac{74.1}{16} = 4.63 \text{ mol}$

النسبة بين عدد مولات O : عدد مولات N هى 4.63 : 1.85 وبالقسمة على أصغرهما لإيجاد نسب بسيطة بين عدد المولات :

$$N : O$$

$$\frac{1.85}{1.85} : \frac{4.63}{1.85}$$

$$1 : 2.5$$

ولاتزال هذه النسبة لا تعبر عن صيغة أولية ، ولكن بالضرب فى المعامل (2) تصبح الصيغة الأولية هى N_2O_5

الصيغة الجزيئية Molecular Formula : هى صيغة رمزية لجزيء العنصر أو المركب أو وحدة الصيغة تعبر عن النوع والعدد الفعلى للذرات أو الأيونات التى يتكون منها هذا الجزيء أو الوحدة.

يمكن حساب الصيغة الجزيئية لمركب بمعلومية الكتلة المولية له وحساب الصيغة الأولية ، ثم بالضرب فى عدد وحدات الصيغة الأولية.





عدد وحدات الصيغة الأولية = $\frac{\text{الكتلة المولية للمركب}}{\text{الكتلة المولية للصيغة الأولية}}$

مثال:

أثبتت التحاليل الكيميائية أن حمض الأسيتيك (حمض الخليك) يتكون من كربون بنسبة 40 % وهيدروجين بنسبة 6.67 % وأكسجين بنسبة 53.33 % فإذا كانت الكتلة المولية الجزيئية له 60 g. استنتج الصيغة الجزيئية للحمض علمًا بأن $(C = 12 , H = 1 , O = 16)$

الحل:



✪ حساب عدد المولات =

C	H	O
$\frac{40}{12}$	$\frac{6.67}{1}$	$\frac{53.33}{16}$
3.33	6.67	3.33

بالقسمة على أصغر عدد من المولات

✪ النسبة بين عدد المولات = 1 : 2 : 1

الصيغة الأولية = $C \quad H_2 \quad O$

▲ شكل (١٢) حمض الأسيتيك

✪ حساب الكتلة الجزيئية للصيغة الأولية = $16 + 1 \times 2 + 12 = 30$

✪ حساب عدد وحدات الصيغة الأولية = $\frac{60}{30} = 2$

✪ الصيغة الجزيئية للمركب = الصيغة الأولية × عدد الوحدات

$$= 2 \times CH_2O = C_2H_4O_2$$

الناتج الفعلى والناتج النظرى

ابحث بنفسك

أذيب 20 g من ملح كلوريد الصوديوم فى كمية كافية من الماء ، ثم أضيف إليها محلول نترات الفضة فترسب 45 g من كلوريد الفضة.

✪ هل يمكن بطريقة حسابية التأكد من صحة هذه النتائج ؟

✪ إذا كان هناك اختلاف بين النتائج المحسوبة والنتائج الفعلية. فما تفسيرك لذلك ؟

▲ شكل (١٣) راسب أبيض من AgCl

عند إجراء تفاعل كيميائى للحصول على مادة كيميائية معينة فإن معادلة التفاعل تحدد نظريا كميات ما يمكن الحصول عليه من المادة الناتجة وما يلزم من المواد المتفاعلة بوحدة المولات أو الجرامات أو غيرها.

ولكن عمليًا – وبعد إتمام عملية التفاعل – فإن الكمية التى نحصل عليها والتى تسمى بالناتج الفعلى Practical Yield تكون عادة أقل من الكمية المحسوبة والمتوقعة نظريًا. وأسباب ذلك كثيرة مثل أن تكون المادة الناتجة متطايرة فيتسرب جزءًا منها. وكذلك ما قد يلتصق منها بجدران آنية التفاعل. إضافة إلى أسباب أخرى مثل حدوث تفاعلات جانبية منافسة تستهلك المادة الناتجة نفسها أو أن المواد المستخدمة فى التفاعل ليست بالنقاء الكافى ، وتسمى الكمية المحسوبة أو المتوقعة اعتمادا على معادلة التفاعل بالناتج النظرى Theoretical Yield.

ويمكن حساب النسبة المئوية للناتج الفعلى من العلاقة التالية :

$$\text{النسبة المئوية للناتج الفعلى} = \frac{\text{الناتج الفعلى}}{\text{الناتج النظرى}} \times 100\%$$

مثال:

ينتج الكحول الميثيلى تحت ضغط عالى من خلال التفاعل التالى :

$$CO_{(g)} + 2H_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} CH_3OH_{(\ell)}$$

فإذا نتج 6.1 g من الكحول الميثيلى من تفاعل 1.2 g من الهيدروجين مع وفرة من أول أكسيد الكربون.
احسب النسبة المئوية للناتج الفعلى. [C = 12 , O = 16 , H = 1]

الحل:

الكتلة المولية الجزيئية $CH_3OH = 12 + 16 + 4 \times 1 = 32\ g$

2 mol من H_2 ←تنتج← 1 mol من CH_3OH

4 g ←تنتج← 32 g

1.2 g ←تنتج← X g

∴ X (كتلة CH_3OH النظرية) $= \frac{32 \times 1.2}{4} = 9.6\ g$

∴ النسبة المئوية للناتج الفعلى $= \frac{6.1}{9.6} \times 100 = 63.54\ \%$

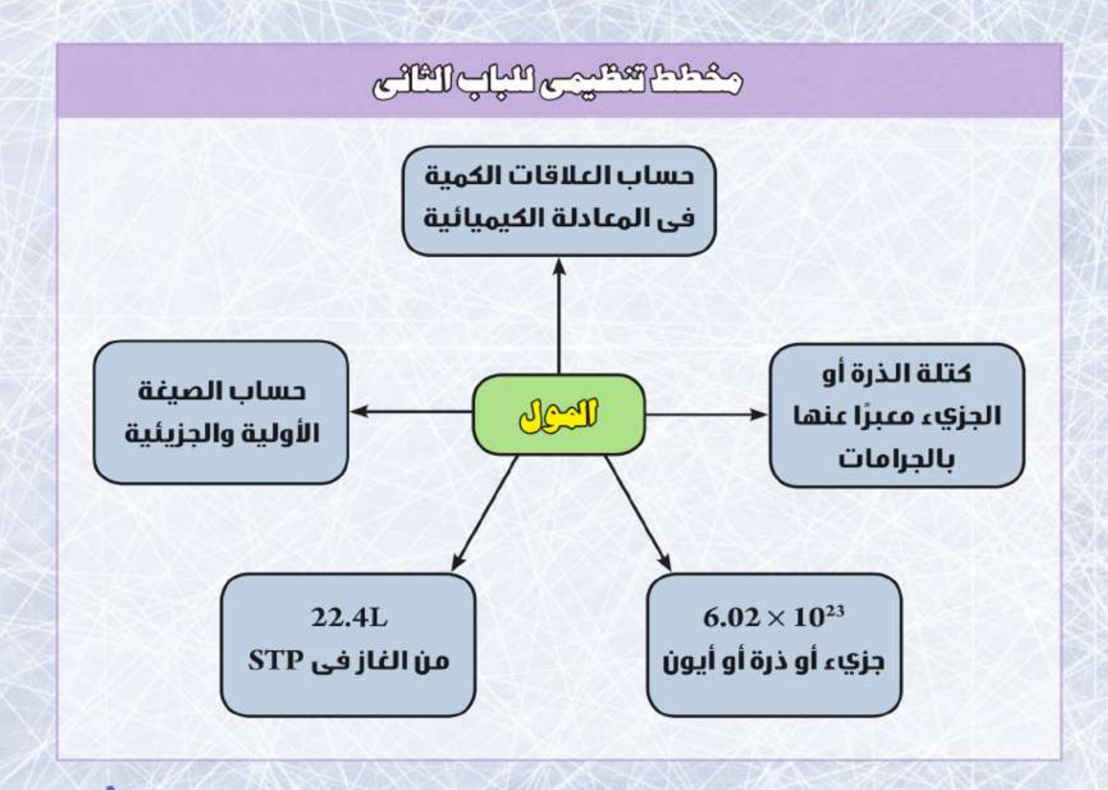
ابحث وتعلم

تعاون مع مجموعة من زملائك فى عمل بحث عن المول واستخداماته فى الحسابات الكيميائية. استعن فى ذلك بشبكة المعلومات (الإنترنت) وبعض المراجع الموجودة فى مكتبة المدرسة.

المصطلحات الأساسية فى الباب الثانى

- **المعادلة الكيميائية :** تعبر عن الرموز والصيغ الكيميائية للمواد المتفاعلة والناتجة من التفاعل وشروط التفاعل.
- **عدد أفوجادرو :** هو عدد الذرات أو الجزيئات أو الأيونات فى مول واحد من المادة .
- **المول :** كمية المادة التى تحتوى على عدد أفوجادرو من الذرات أو الجزيئات أو الأيونات أو وحدات الصيغة للمادة.
- **الصيغة الأولية :** هى صيغة تعبر عن أبسط نسبة عددية بين ذرات العناصر التى يتكون منها جزيء المركب.
- **الصيغة الجزيئية :** هى صيغة رمزية لجزيء العنصر أو المركب أو وحدة الصيغة تعبر عن النوع والعدد الفعلى للذرات أو الأيونات التى يتكون منها هذا الجزيء أو الوحدة.
- **الناتج النظرى :** هو كمية المادة المحسوبة اعتمادًا على معادلة التفاعل.
- **الناتج الفعلى :** هو كمية المادة التى نحصل عليها عمليًا من التفاعل.

مخطط تنظيمى للباب الثانى





أنشطة وأسئلة الباب الثانى

الفصل الأول : المول والمعادلة الكيميائية

نشاط معملى : المول والمعادلة الكيميائية

خطوات إجراء النشاط :

- أحضر بوتقة وعين كتلتها.
- زن 2.4 g ماغنسيوم.
- أشعل الماغنسيوم ثم ضعه سريعًا داخل دورق مخروطى مملوء بالأكسجين النقى حتى تمام الاشتعال والتحول إلى أكسيد ماغنسيوم.
- عين كتلة أكسيد الماغنسيوم الناتج. ماذا تلاحظ ؟

الملاحظة : ....

....

- احسب كتلة الأكسجين المستخدم فى هذا التفاعل.

....

- عبر عن التفاعل بمعادلة رمزية موزونة باستخدام الحساب الكيميائى. علمًا بأن [Mg = 24 , O = 16]

....

- احسب كتلة الماغنسيوم اللازم للحصول على 120 g أكسيد ماغنسيوم.

....

- استخدم العلاقة بين المول وكتلة المادة فى حساب عدد مولات 160 g أكسيد ماغنسيوم.

....

الاستنتاج :

- ما أهم الاستنتاجات التى توصَّلتَ إليها من خلال نتائج هذه التجربة ؟

....

....

الأمان والسلامة







الهدف من النشاط

☑ يعبر عن التفاعل الكيميائى بمعادلة رمزية موزونة باستخدام الحساب الكيميائى.


المهارات المرجو اكتسابها

☑ استخدام أدوات المعمل - الملاحظة - تسجيل البيانات - الاستنتاج.


المواد والأدوات المستخدمة

☑ بوتقة - ماغنسيوم - لهب بنزن - ميزان رقمى - دورق به أكسجين محضر حديثًا.



نشاط معملى : وحدة المول ومشتقاتها



الأمان والسلامة






الهدف من النشاط

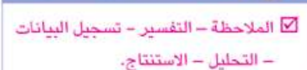
☑ يحسب كمية المواد المتفاعلة بطريقة عملية.

☑ يحسب عدد جزيئات مادة باستخدام العلاقة بين المول وعدد أفوجادرو.

☑ يحسب حجم غاز فى الظروف القياسية من درجة الحرارة والضغط بمعلومية عدد مولات الغاز.

المهارات المرجو اكتسابها

☑ الملاحظة – التفسير – تسجيل البيانات – التحليل – الاستنتاج.



المواد والأدوات المستخدمة

☑ صودا الخبيز (بيكربونات الصوديوم) – لهب بنزن – ميزان رقمى – ساعة – ماء جير– أنابيب توصيل – أنابيب اختبار.

خطوات إجراء النشاط :

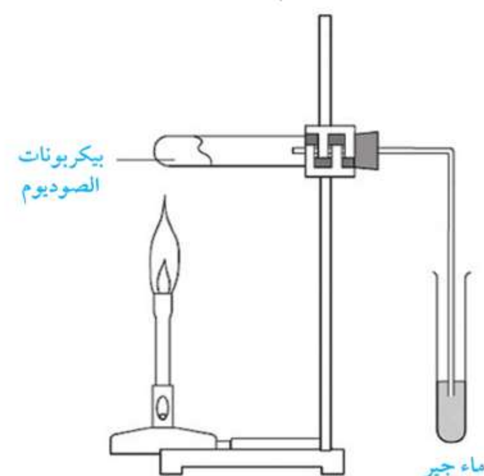
بالتعاون مع اثنين من زملائك قم بتنفيذ إجراءات النشاط التالى ، ثم قارن بين النتائج والملاحظات والاستنتاجات التى حصلت عليها ، والتى حصلت عليها باقى المجموعات بالفصل :

- أحضر أنبوبة اختبار نظيفة وجافة وعين كتلتها.
- ضع بها كمية قليلة من صودا الخبيز (بيكربونات الصوديوم) ثم عين كتلتها مرة أخرى ثم سدها بسداد محكم ينفذ منها أنبوبة توصيل تنتهى من الطرف الآخر داخل أنبوبة اختبار بها قليل من ماء الجير.
- سخن الأنبوبة على اللهب تسخينًا هينًا فى البداية ثم بشدة لمدة عشر دقائق. ماذا تلاحظ ؟

الملاحظة : ....

....

- كرر العمل السابق عدة مرات وفى كل مرة اختبر الغاز المتصاعد بواسطة ماء الجير حتى تنحل بيكربونات الصوديوم تمامًا ، حيث نستدل على ذلك من خلال عدم تعكر ماء الجير.





- اترك الأنبوبة لتبرد ، ثم عين كتلتها بما تحتويه من نواتج بعد نزع السدادة وأنابيب التوصيل.
- قارن كتلة الأنبوبة فى الخطوة الثانية وكتلتها فى الخطوة الخامسة . ماذا تلاحظ ؟

الملاحظة : ....

....

- إذا علمت أن بيكربونات الصوديوم تنحل حراريًا وتعطى كربونات صوديوم ويتصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون وبخار ماء. فسِّر هذه الملاحظة .

التفسير : ....

....

- استخدم الحساب الكيميائى فى كتابة المعادلة الرمزية المعبرة عن التفاعل السابق.علمًا بأن [Na = 23 , C = 12 , O = 16 , H = 1]

....

- احسب كتلة صودا الخبيز (بيكربونات الصوديوم) الداخلة فى التفاعل السابق.

....

- احسب عدد جزيئات بخار الماء الناتجة من هذا التفاعل.

....

- احسب حجم غاز ثانى أكسيد الكربون الناتج من هذا التفاعل فى (STP)

....

- احسب عدد مولات كربونات الصويوم الناتجة عند تسخين 53 g من صودا الخبيز حتى تمام انحلالها.

....

- حلِّل ما توصَّلتَ إليه من نتائج ثم دون أهم استنتاجاتك.

التحليل والاستنتاج :

....

....



أسئلة تقويمية

استخدم الكتل الذرية التالية عند الحاجة إليها :

Na = 23	S = 32	N = 14	H = 1	O = 16	C = 12
Fe = 56	Al = 27	Ca = 40	Mg = 24	P = 31	Cl = 35.5

أولًا : اختر الإجابة الصحيحة :

١) عدد مولات الماء الموجودة فى 36 g منه .... مول.

أ. 1 ب. 2

جـ. 2.5 د. 0.5

٢) عدد جزيئات ثانى أكسيد الكبريت الموجودة فى 128 g منه تساوى .... جزيء .

أ. 2 ب. 6.02×10^{23}

جـ. 3.01×10^{23} د. 12.04×10^{23}

٣) عدد أيونات الصوديوم الناتجة من إذابة 40 g من NaOH فى الماء تساوى .... أيون .

أ. 2 ب. 6.02×10^{23}

جـ. 3.01×10^{23} د. 12.04×10^{23}

٤) حجم 4 g من الهيدروجين فى الظروف القياسية (STP) يساوى .... لتر.

أ. 2 ب. 22.4

جـ. 44.8 د. 89.6

٥) يتناسب حجم الغاز تناسبًا طرديًّا مع عدد مولاته عند ثبوت الضغط ودرجة الحرارة ....

أ. قانون أفوجادرو ب. قانون بقاء المادة

جـ. فرض أفوجادرو د. قانون بقاء الكتلة





ثانيًا : عبر عن التفاعلات التالية فى صورة معادلات أيونية موزونة :

(١) محلول كلوريد الصوديوم + محلول نترات فضة ⟵ محلول نترات صوديوم + راسب أبيض من كلوريد الفضة.

(٢) حمض نيتريك + محلول هيدروكسيد بوتاسيوم ⟵ محلول نترات بوتاسيوم + ماء سائل

ثالثًا : أعد كتابة المعادلات التالية بعد وزنها :

1. $N_{2(g)} + H_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} NH_{3(g)}$
2. $Cu(NO_3)_{2(s)} \xrightarrow{\Delta} CuO_{(s)} + NO_{2(g)} + O_{2(g)}$
3. $Al_{(s)} + O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} Al_2O_{3(s)}$

رابعًا : فسر :

(١) الحجم الذى يشغله 26 g من الاستيتيلين C_2H_2 فى الظروف القياسية (STP) مساوٍ للحجم الذى يشغله 2 g من الهيدروجين فى نفس الظروف.

....

....

(٢) اختلاف الكتلة المولية للفوسفور باختلاف الحالة الفيزيائية له.

....

....

(٣) اللتر من غاز الأكسجين يحتوى على نفس العدد من الجزيئات التى يحتويها اللتر من غاز الكلور فى STP.

....

....



خامسًا : حل المسائل التالية :

(١) احسب عدد أيونات الصوديوم التى تنتج من إذابة 117 g من كلوريد الصوديوم فى الماء.

....

....

(٢) احسب كتلة كربونات الكالسيوم اللازمة لإنتاج 5.1 L من غاز ثانى أكسيد الكربون بناء على التفاعل :

$$CaCO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow CaCl_{2(aq)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$$

....

....







الفصل الثانى : حساب الصيغة الكيميائية

نشاط معملى : النسبة المئوية الكتلية والصيغة الجزيئية



الأمان والسلامة









الهدف من النشاط

- حساب النسبة المئوية لماء التهدرت فى عينة متهدرتة عمليًا.
- حساب الصيغة الأولية والجزيئية عمليًا.
- حساب النسبة المئوية للناتج الفعلى بالنسبة للناتج النظرى.

المهارات المرجو اكتسابها

- استخدام الأدوات – الملاحظة – القياس – استخدام العلاقات الرياضية – التحليل.

المواد والأدوات المستخدمة

- حامل – حلقة معدنية – مثلث حرارى – ماسك – بوتقة – لهب بنزن – ميزان رقمى – أنابيب اختبار – محلول هيدروكسيد صوديوم – ورق ترشيح عديم الرماد.

خطوات إجراء النشاط :

- عين كتلة البوتقة فارغة بعد تنظيفها وتجفيفها ولتكن m.
- ضع فى البوتقة عينة من كبريتات النحاس المتهدرتة وعين كتلة البوتقة مرة أخرى (m_1).
- سخن البوتقة على اللهب لمدة 15 : 20 دقيقة. ثم أبعدها عن اللهب واتركها لتبرد حتى تصل إلى درجة حرارة الغرفة وعين كتلتها ، ولتكن (m_a).
- كرر الخطوة السابقة مرة أخرى وعين كتلة البوتقة ، ولتكن (m_b).
- إذا كانت m_a لا تساوى m_b فكرر الخطوة (3) عدة مرات حتى تثبت الكتلة تمامًا ، ولتكن (m_2).
- قارن بين m_1 , m_2 ماذا تلاحظ ؟ وما تفسيرك لذلك ؟

الملاحظة : ....

....

التفسير : ....

....

- عين النسبة المئوية لماء التهدرت.











- احسب عدد مولات كبريتات النحاس الجافة (بعد التسخين)، علمًا بأن [Cu = 63.5 , S = 32 , O = 16]

....

- احسب عدد مولات الماء المتطاير، علمًا بأن [H = 1 , O = 16] .

....

- اتبع خطوات حساب الصيغة الجزيئية التى درستها حتى تحصل على الصيغة الجزيئية لملح كبريتات النحاس المتهدرت، وذلك باعتبار الماء وكبريتات النحاس الجافة هى العناصر الأولية لهذه الصيغة.

الصيغة الجزيئية : ....

- أذب ملح كبريتات النحاس الجاف فى كمية من الماء لتكوين محلول منه.
- أضف قليلًا من محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول الملح. ماذا تلاحظ ؟

الملاحظة : ....

- عبر عن التفاعل السابق بمعادلة رمزية موزونة، ثم حدِّد اسم الراسب المتكون.

....

- استمر فى إضافة محلول NaOH حتى تلاحظ عدم زيادة فى كمية الراسب المتكون ثم رشح الراسب على ورق ترشيح عديم الرماد لفصله عن المحلول.
- جفف الراسب جيدًا بتسخينه داخل بوتقة نظيفة معلومة الكتلة، ثم عين كتلته ولتكن (m_3).
- احسب كتلة الراسب المتوقع تكونها نظريًّا ولتكن (m_4)، ثم قارن بين m_3 , m_4 ماذا تلاحظ ؟

الملاحظة : ....

- احسب نسبة الناتج الفعلى إلى الناتج النظرى.

النسبة = ...

التحليل :

- حلل النتائج السابقة.

....

....







نشاط معملى : الناتج الفعلى والناتج النظرى



الأمان والسلامة







الهدف من النشاط

- ☑ يحسب النسبة المئوية للناتج الفعلى.
- ☑ يفسر التغير الحادث فى الناتج الفعلى عن الناتج النظرى.

المهارات المرجو اكتسابها

- ☑ استخدم الأدوات - الحساب الكيميائى - الملاحظة - التفسير - الاستنتاج.



المواد والأدوات المستخدمة

- ☑ بوتقة - برادة الحديد - مسحوق كبريت - لهب بنزن - ميزان رقمى - ماسك.

خطوات إجراء النشاط :

- نظف البوتقة جيدًا ، ثم عين كتلتها.
- باستخدام الميزان الرقمى عين كتلة 7 g من برادة الحديد وضعها فى البوتقة.
- عين كتلة 4 g من الكبريت وضعها فى نفس البوتقة ، ثم عين كتلة الخليط.
- سخن الخليط على لهب بنزن حتى يتحول إلى اللون الأسود.
- اترك الناتج ليبرد ثم عين كتلته. ماذا تلاحظ ؟

الملاحظة : ....

....

- عبر عن التفاعل السابق بمعادلة كيميائية موزونة.
- احسب كتلة كبريتيد الحديد (FeS) المتوقع الحصول عليها من هذا التفاعل باستخدام المعادلة علمًا بأن [Fe = 56 , S = 32]
- عين النسبة المئوية للناتج الفعلى.
- ما تفسيرك لحدوث تغير فى الناتج الفعلى عن الناتج النظرى المحسوب؟

التفسير : ....

....





أسئلة تقويمية

استخدم الكتل الذرية التالية عند الحاجة إليها :

Ca = 40	H = 1	C = 12	O = 16	Cl = 35.5
	Fe = 56	Na = 23	Ba = 137	S = 32

أولًا : اختر الإجابة الصحيحة :

(١) الصيغة الأولية للمركب $C_4H_8O_2$ هى ....

أ. $C_4H_4O_2$ ب. C_2H_4O

جـ. $C_2H_8O_2$ د. C_4H_8O

(٢) عدد وحدات الصيغة الأولية للمركب $C_2H_2O_4$ ....

أ. 1 ب. 2

جـ. 3 د. 4

(٣) كتلة CaO الناتجة من انحلال 50 g من كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ حراريًا .... g

أ. 28 ب. 82

جـ. 96 د. 14

(٤) حجم الهيدروجين اللازم لإنتاج 11.2 L من بخار الماء فى (STP) هو .... لتر

أ. 22.4 ب. 44.8

جـ. 11.2 د. 68.2

(٥) إذا كانت الصيغة الأولية لمركب ما هى CH_2 والكتلة المولية الجزيئية له 56 فإن الصيغة الجزيئية لهذا المركب تكون ....

أ. C_2H_4 ب. C_3H_6

جـ. C_4H_8 د. C_5H_{10}

ثانيًا : حل المسائل التالية :

(١) احسب نسبة الحديد الموجودة فى خام السدريت $FeCO_3$.

....

(٢) احسب النسبة المئوية الكتلية للعناصر المكونة لسكر الجلوكوز $C_6H_{12}O_6$.

....

(٣) استنتج الصيغة الجزيئية لمركب عضوى الكتلة المولية له 70 g إذا علمت أنه يحتوى على كربون بنسبة 85.7 % وهيدروجين بنسبة 14.3 %

....

(٤) ترسب 39.4 g من كبريتات الباريوم الصلب $BaSO_4$ عند تفاعل 40 g من محلول كلوريد الباريوم $BaCl_2$ مع وفرة من محلول كبريتات البوتاسيوم. احسب النسبة المئوية للناتج الفعلى.

....

ثالثًا : اكتب المصطلح العلمى :

(١) صيغة تعبر عن العدد الفعلى للذرات أو الأيونات المكونة للجزئ أو وحدة الصيغة.

....

(٢) كمية المادة التى نحصل عليها عمليًا من التفاعل.

....

(٣) صيغة تعبر عن أبسط نسب للأعداد الصحيحة بين ذرات العناصر المكونة للمركب.

....

(٤) كمية المادة المحسوبة اعتمادًا على معادلة التفاعل.

....

أسئلة مراجعة الباب الثانى

Cl = 35.5	Ag = 108	Na = 23	N = 14	H = 1	O = 16	C = 12

أولًا : اختر الإجابة الصحيحة :

(١) تقدر كتل الجسيمات الذرية بوحدة الكتل الذرية (a m u) وهى تساوى .... جرام.

أ. 6.02×10^{23} ب. 1.66×10^{-24}

جـ. 6.02×10^{-24} د. 1.66×10^{23}

(٢) الوحدة المستخدمة فى النظام الدولى SI للتعبير عن كمية المادة هى ....

أ. المول ب. الجرام

جـ. الكيلو جرام د. وحدة الكتل الذرية a m u

(٣) عدد جرامات 44.8 L من غاز النشادر NH_3 فى (STP) تساوى .... جرام.

أ. 2 ب. 17

جـ. 0.5 د. 34

(٤) إذا احتوت كمية من الصوديوم على 3.01×10^{23} ذرة فإن كتلة هذة الكمية تساوى .... جرام.

أ. 11.5 ب. 23

جـ. 46 د. 0.5

(٥) إذا كانت الصيغة الجزيئية لفيتامين (C) هى $C_6H_8O_6$ فإن الصيغة الأولية له تكون ....

أ. $C_3H_4O_6$ ب. $C_3H_4O_3$

جـ. $C_6H_4O_3$ د. $C_3H_8O_3$

(٦) يجب أن تكون المعادلة الكيميائية موزونة تحقيقًا لقانون ....

أ. أفوجادرو ب. بقاء الطاقة

جـ. بقاء الكتلة د. جاى لوساك

٧) نصف مول من ثانى أكسيد الكربون CO_2 عبارة عن .... جرام.

أ. 44 ب. 22

جـ. 88 د. 66

٨) الصيغة الأولية CH_2O تعبر عن الصيغة الجزيئية ....

أ. HCHO ب. CH_3COOH

جـ. $C_6H_{12}O_6$ د. جميع ما سبق

٩) عند تفاعل 64 g من الأكسجين مع وفرة من الهيدروجين فإن حجم بخار الماء الناتج فى STP يكون .... لتر

أ. 22.4 ب. 44.8

جـ. 11.2 د. 89.6

١٠) المركب الهيدروكربونى الناتج من ارتباط 0.1 mol من ذرات الكربون مع 0.4 mol من ذرات الهيدروجين تكون صيغته الجزيئية ....

أ. C_2H_4 ب. C_4H_8

جـ. CH_4 د. C_3H_4

ثانيًا : اكتب المصطلح العلمى الدال على العبارات التالية :

١) طريقة للتعبير عن رموز وصيغ وكميات المواد المتفاعلة والناتجة وشروط التفاعل.

٢) الكتلة الذرية أو الجزيئية أو الأيونية أو وحدات الصيغة معبرًا عنها بالجرامات.

٣) عدد ثابت يعبر عن عدد الذرات أو الجزيئات أو الأيونات فى مول واحد من المادة.

٤) صيغة تعبر عن العدد الفعلى للذرات أو الأيونات التى يتكون منها الجزيء.

٥) كمية المادة التى نحصل عليها عمليًّا من التفاعل الكيميائى.

٦) مجموع كتل الذرات المكونة للجزيء.

٧) يتناسب حجم الغاز تناسبًا طرديًّا مع عدد مولاته عند ثبوت الضغط ودرجة الحرارة.

٨) الحجوم المتساوية من الغازات فى نفس الظروف من الضغط ودرجة الحرارة تحتوى نفس عدد الجزيئات.

(٩) صيغة تعبر عن أبسط نسب للأعداد الصحيحة بين ذرات العناصر المكونة للمركب.

(١٠) كمية المادة المحسوبة اعتمادًا على معادلة التفاعل.

ثالثًا : حل المسائل التالية :

(١) احسب الصيغة الجزيئية لمركب يحتوى على كربون بنسبة % 85.7 وهيدروجين بنسبة % 14.3 والكتلة الجزيئية له 42

(٢) ترسب 130 g من كلوريد الفضة عند تفاعل مول كلوريد صوديوم مذابًا فى الماء مع محلول نترات الفضة. احسب كل من :

أ. النسبة المئوية للناتج الفعلى.

ب. احسب عدد أيونات الصوديوم الناتجة من هذا التفاعل.

(٣) احسب عدد مولات 144 g من الكربون.

(٤) احسب حجم غاز الهيدروجين وعدد أيونات الصوديوم الناتج من تفاعل 23 g صوديوم مع كمية وافرة من الماء فى الظروف القياسية تبعًا للمعادلة :

$$2Na_{(s)} + 2H_2O_{(\ell)} \longrightarrow 2NaOH_{(aq)} + H_{2(g)}$$

(٥) احسب حجم مول من الفوسفور فى الحالة البخارية عند (STP). ثم احسب عدد الذرات فى هذا الحجم.

رابعًا : علل :

(١) عدد جزيئات 9 g من الماء (H_2O) مساوٍ لعدد جزيئات 39 g من البنزين العطرى C_6H_6.

(٢) يجب أن تكون المعادلة الكيميائية موزونة.

(٣) الناتج الفعلى أقل دائمًا من الناتج المحسوب من المعادلة.

(٤) تختلف الكتلة المولية للكبريت الصلب عن الكتلة المولية له فى الحالة البخارية.



فى نهايةِ هذا الباب يُصبح الطالب قادرًا على أن :

- يشرح المقصود بالمحلول ويميز بين أنواع المحاليل بتجارب عملية.
- يصف عملية الذوبان والعوامل المؤثرة عليها والتغيرات الحرارية المصاحبة لها.
- يعبر عن تركيز المحاليل بالطرق المختلفة.
- يحسب تركيز المحلول بإحدى وحدات التركيز.
- يتعرف على الخواص العامة للمحاليل "صلب فى سائل".
- يمثل العلاقة البيانية بين تركيز المحلول والضغط البخارى والتغير فى درجة غليانه وتجمده.
- يقارن بين المحاليل الغروية والحقيقية من حيث حجم مكوناتها.
- يحضر بعض الغرويات البسيطة ويوضح أهميتها فى استخدامات حياتية.
- يشرح المقصود بكل من الحمض والقاعدة وتصنيفاتها.
- يقارن بين النظريات المختلفة لتعريف الحمض والقاعدة.
- يميز بين الأحماض والقواعد باستخدام الأدلة ومقياس الأس الهيدروجينى.
- يتعرف طرق تكوين الأملاح وتسميتها والأس الهيدروجينى لمحاليلها.

الباب الثالث

فصول الباب الثالث :



① المحاليل والغرويات



② الأحماض والقواعد

القضايا المتضمنة : حسن استغلال الموارد

إذا أمعنت النظر فى البيئة من حولك تجد أنك تعيش فى عالم من المحاليل، فالهواء الذى تتنفسه هو محلول ضخم من الغازات كما أن البحار والمحيطات هى محاليل مائية لعدد كبير من الأملاح الذائبة، كذلك الصخور والمعادن الموجودة فى القشرة الأرضية هى محاليل صلبة. وخلايا الكائنات الحية تحتوى على الماء بما يحتويه من مواد ذائبة تعتبر محاليل. وهناك أنواع كثيرة من المحاليل منها ما هو حمضى مثل العصائر والموالح، ومنها ما هو قلوى مثل ماء البحر والمنظفات السائلة. لذلك فمن الضرورى أن نعرف شيئًا عن المحاليل حتى نفهم العالم الذى نعيش فيه والكائنات الحية التى تسكنه.



المحاليل والأحماض والقواعد

Solutions - Acids and Bases

المصطلحاتُ الأساسيّةُ :

المحلول	Solution
المخلوط	Mixture
الغرويات	Colloids
متجانس	Homogenous
غير متجانس	Heterogeneous
مشبع	Saturated
التركيز	Concentration
المولارية	Morality
المولالية	Molality
النسبة المئوية	Percentage
الحمض	Acid
القاعدة	Base
القلوى	Alkali
الملح	Salt
الكاشف (الدليل)	Indicator



الفصل الأول : المحاليل والغرويات
Solutions and Colloids

نواتج التعلم

فى نهاية هذا الفصل يصبح الطالب قادرًا على أن:

- يشرح المقصود بالمحلول ويميز بين أنواع المحاليل بتجارب عملية.
- يصف عملية الذوبان (صلب فى سائل) والعوامل المؤثرة عليها والتغيرات الحرارية المصاحبة لها.
- يعبر عن تركيز المحاليل بالطرق المختلفة.
- يحسب تركيز محلول مستخدمًا المعطيات.
- يتعرف على الخواص العامة للمحاليل « الصلب فى سائل » (الضغط البخارى - درجة الغليان - درجة التجمد).
- يمثل العلاقة البيانية بين تركيز المحلول والضغط البخارى والتغير فى درجة تجمده أو غليانه.
- يفرق بين المحاليل و الأنظمة الغروية.
- يحضر بعض الغرويات البسيطة.
- يوضح أهمية الغرويات فى استخدامات حياتية.

عند إضافة ملح الطعام أوكلوريد الكوبلت II أو السكر إلى الماء فإنها تذوب وينتج عنها مخلوط متجانس يسمى محلولًا فى حين لا يذوب كل منها فى الكيروسين ، ويمكن تمييز كل مكون عن الآخر ؛ لذلك يكون غير متجانس ، وتسمى بالمعلقات. أما إذا جمع الخليط بين صفات المحلول والمعلق فإنه يسمى بالغروى ، والذى يمكن تمييز مكوناته باستخدام الميكروسكوب مثل اللبن والدم والأيروسولات وجل الشعر ومستحلب المايونيز.



▲ شكل (١) كلوريد الكوبلت II فى الماء محلول



▲ شكل (٢) الزيت فى الماء معلق



▲ شكل (٣) اللبن غروى

المحاليل Solutions

المحاليل ضرورية فى العمليات الحيوية التى تحدث فى الكائنات الحية ، وأحيانًا ما تكون شرطًا أساسيًّا لحدوث تفاعلات كيميائية معينة ، إذا قمت بتحليل أى عينتين من نفس المحلول ستجد أنهما يحتويان نفس المواد بنفس الكميات ، وهو ما يؤكد التجانس داخل المحلول ، والدليل على ذلك المذاق الحلو لمحلول السكر فى الماء فى أى جزء من أجزائه.

المحلول Solution : هو مخلوط متجانس من مادتين أو أكثر.

وعادة ما يطلق على المكون الغالب الذى له النسبة الأكبر اسم المذيب Solvent بينما المكون ذو النسبة الأصغر يعرف باسم المذاب Solute .

أنواع المحاليل Types of Solutions :

يعتقد البعض أن كلمة محلول مرتبطة دائمًا بالحالة السائلة للمادة ، ولكن تصنف المحاليل تبعًا للحالة الفيزيائية للمذيب كما يوضحها الجدول التالى:

نوع المحلول	حالة المذاب	حالة المذيب	أمثلة
غاز	غاز	غاز	الهواء الجوي – الغاز الطبيعى
سائل	غاز	سائل	المشروبات الغازية – الأكسجين الذائب فى الماء
	سائل		الكحول فى الماء – الإيثيلين جليكول (مضاد التجمد) فى الماء
	صلب		السكر أو الملح فى الماء
صلب	غاز	صلب	الهيدروجين فى البلاتين أو البلاديوم
	سائل		مملغم الفضة $Ag_{(s)} / Hg_{(\ell)}$
	صلب		السبائك مثل سبيكة النيكل كروم

▲ جدول (١) أنواع المحاليل

وسوف نركز فى دراستنا فى هذا الجزء على المحاليل من النوع صلب فى سائل والتى يكون فيها الماء هو المذيب.

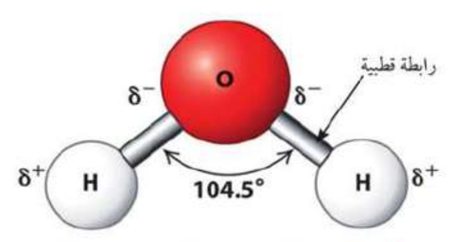


أضف إلى معلوماتك

- السالبية الكهربية : هى قدرة الذرة على جذب إلكترونات الرابطة نحوها.
- الرابطة القطبية: هى رابطه تساهمية بين ذرتين مختلفتين فى السالبية الكهربية والذرة الأكبر سالبية تحمل شحنة جزئية سالبة δ^- بينما تحمل الأخرى شحنة جزئية موجبة δ^+
- الجزيئات القطبية : هى الجزيئات التى يكون لها طرف يحمل شحنة موجبة جزئية δ^+ وطرف يحمل شحنة سالبة جزئية δ^- ويتوقف ذلك على قطبية الروابط بها وشكلها الفراغى والزوايا بين هذه الروابط.

الماء مذيب قطبى :

الروابط الموجودة فى جزيء الماء روابط قطبية بسبب ارتفاع قيمة سالبية الأكسجين عن الهيدروجين ؛ لذلك تحمل ذرة الأكسجين شحنة سالبة جزئية بينما يحمل الهيدروجين شحنة موجبة جزئية ، كما أن قيمة الزاوية بين الرابطتين فى جزيء الماء تقدر بحوالى 104.5° ولذلك فإن جزيء الماء على درجة عالية من القطبية.



▲ شكل (٤) الزاوية بين الرابطتين فى جزيء الماء

المحاليل الإلكتروليتية واللاإلكتروليتية :

تنقسم المحاليل من حيث قدرتها على توصيل التيار الكهربى إلى محاليل إلكتروليتية وأخرى لاإلكتروليتية

الإلكتروليتات Electrolytes : هى المواد التى توصل محاليلها أو مصهوراتها التيار الكهربى عن طريق حركة أيوناتها.

وتنقسم الإلكتروليتات إلى :

- **إلكتروليتات قوية** : توصل التيار الكهربى بدرجة كبيرة ، حيث تكون تامة التأين بمعنى أن جميع جزيئاتها تتفكك إلى أيونات ومن أمثلتها :
  - المركبات الأيونية مثل محلولى كلوريد الصوديوم $NaCl$ وهيدروكسيد الصوديوم $NaOH$.
  - المركبات التساهمية القطبية مثل غاز كلوريد الهيدروجين HCl والذى يوصل التيار الكهربى فى حالة محلوله فى الماء ولا يوصل التيار الكهربى فى الحالة الغازية.



لاحظ أن

عند ذوبان غاز كلوريد الهيدروجين فى الماء وانفصال أيون الهيدروجين H^+ لا يبقى فى صورته المفردة ولكنه يرتبط بجزيء الماء مكونًا أيون الهيدرونيوم H_3O^+ كما بالمعادلة التالية :

$$HCl_{(g)} + H_2O_{(\ell)} \longrightarrow H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$



- **إلكتروليتات ضعيفة :** توصل التيار بدرجة ضعيفة لأنها غير تامة التأين بمعنى أن جزءًا صغيرًا من جزيئاتها يتفكك إلى أيونات مثل حمض الأسيتيك (الخليك) CH_3COOH وهيدروكسيد الأمونيوم (محلول الأمونيا) NH_4OH والماء H_2O .

اللاإلكتروليتات Non Electrolytes : هى المواد التى محاليلها أو مصهوراتها لا توصل التيار الكهربى لعدم وجود أيونات حرة

وهى مركبات ليس لها قدرة على التأين ، ومن أمثلتها السكر والكحول الإيثيلى.

عملية الإذابة Dissolving Process :

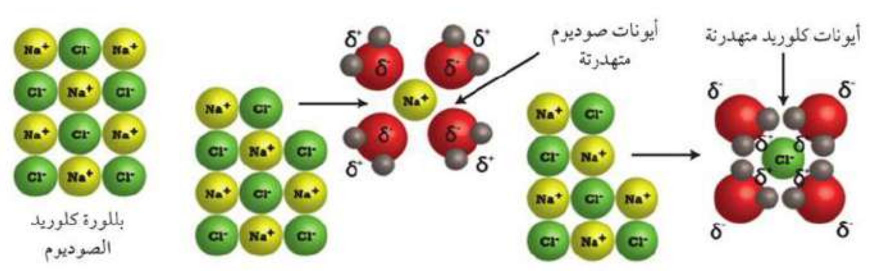
المواد التى تذوب بسهولة فى الماء تتضمن مركبات أيونية وقطبية ، بينما الجزيئات غير القطبية مثل الميثان والزيت والشحم أو الدهن والبنزين ، كلها لا تذوب فى الماء بالرغم من إمكانية ذوبانها فى البنزين، ولفهم هذا الاختلاف يجب أن نتعرف أكثر على تركيب المذيب والمذاب وطرق التجاذب بينهما أثناء عملية الإذابة.

جزيئات الماء فى حالة حركة مستمرة بسبب طاقتها الحركية. وعند وضع بللورة من كلوريد الصوديوم NaCl كمثال لمركب أيونى فى الماء فإن جزيئات الماء القطبية تصطدم بالبللورة وتجذب أيونات المذاب، وتبدأ عملية إذابة كلوريد الصوديوم بمجرد انفصال أيونات الصوديوم Na^+ وأيونات الكلوريد Cl^- بعيدًا عن البللورة ، ويتكون المحلول من أيونات أو جزيئات تتراوح أقطارها ما بين 0.01 - 1 nm موزعة بشكل منتظم داخل المحلول ، وبذلك يكون متماثلًا ومتجانسًا فى تركيبه وخواصه ، ويمكن للضوء النفاذ من خلاله.

أما عند وضع قليل من السكر فى الماء تنفصل جزيئات السكر القطبية وترتبط مع جزيئات الماء القطبية بروابط هيدروجينية ويحدث الذوبان.

الإذابة : هى عملية تحدث عندما يتفكك المذاب إلى أيونات سالبة وأيونات موجبة أو إلى جزيئات قطبية منفصلة ، ويحاط كل منهما بجزيئات المذيب.





▲ شكل (٥) ذوبان كلوريد الصوديوم فى الماء

يمكن التحكم فى سرعة عملية الإذابة عن طريق بعض العوامل مثل مساحة السطح وعملية التقليب ودرجة الحرارة.

كيف يذوب الزيت فى البنزين ؟

إن كل منهما يتكوّن من جزيئات غير قطبية ، وعند خلطهما تنتشر جزيئات الزيت أو الدهون بين جزيئات البنزين بسبب ضعف الروابط بين جزيئاته وتستقر مكونة محلولاً وكقاعدة فإن المذيبات القطبية تذيب المركبات الأيونية والجزيئات القطبية ، بينما المذيبات غير القطبية تذيب المركبات غير القطبية. هذه العلاقة يمكن تلخيصها فى مقولة أن الأشياء المتشابهة تذوب مع بعضها.

الذوبانية Solubility :

الذوبانية تعنى مدى قابلية المذاب للذوبان فى مذيب معين أو قدرة المذيب على إذابة مذاب ما.

الذوبانية : هى كتلة المذاب بالجرام التى تذوب فى 100 g من المذيب لتكوين محلول مشبع عند الظروف القياسية.

العوامل التى تؤثر على الذوبانية :

١ . طبيعة المذاب والمذيب :

هناك قاعدة أساسية تحكم عملية الذوبان، وهي الشبيه يذيب الشبيه (Like dissolves like) ومعناها أن المذيب القطبى يذيب المذيبات القطبية أو الأيونية كذوبان نترات النيكل (مادة أيونية) فى الماء (مذيب قطبى)، أما المذيبات غير القطبية (العضوية) فتذيب المذيبات غير القطبية كذوبان اليود (مادة غير قطبية) فى ثانى كلوروميثان (مذيب عضوى).

٢. درجة الحرارة :

تزداد ذوبانية معظم المواد الصلبة بزيادة درجة حرارة المذيب فعلى سبيل المثال يتضح من المخطط المقابل أن ذوبانية نترات البوتاسيوم تزداد برفع درجة الحرارة فعند درجة $0°C$ كانت $12\ g$ وعند درجة $52°C$ اصبحت $100\ g$ ، فى حين أن بعض الأملاح يكون تأثير درجة الحرارة على ذوبانيته ضعيف مثل $NaCl$ والبعض الآخر يقل بارتفاع درجة الحرارة.



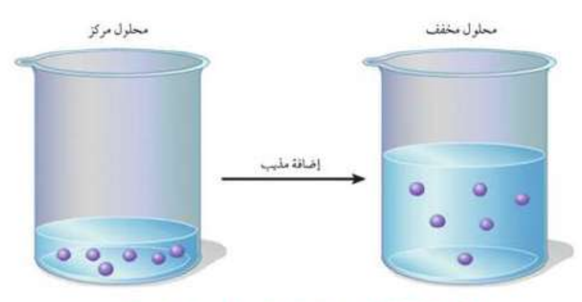
▲ شكل (٦) العلاقة بين الذوبانية ودرجة الحرارة

ويمكن تصنيف المحلول تبعًا لدرجة التشبع إلى :

- **محلول غير مشبع** : هو المحلول الذى يقبل فيه المذيب إضافة كمية أخرى من المذاب خلالها عند درجة حرارة معينة.
- **محلول مشبع** : هو المحلول الذى يحتوى فيه المذيب أقصى كمية من المذاب عند درجة حرارة معينة.
- **محلول فوق مشبع** : هو المحلول الذى يقبل مزيد من المادة المذابة بعد وصوله إلى حالة التشبع ويمكن الحصول عليه بتسخين المحلول المشبع وإضافة المزيد من المذاب إليه وإذا ترك ليبرد. تنفصل جزيئات المادة الصلبة الزائدة من المحلول المشبع عند التبريد أو عند وضع بللورة صغيرة من المادة الصلبة المذابة فى هذا المحلول ، حيث تتجمع المادة الزائدة على هذه البللورة فى شكل بللورات.

تركيز المحاليل :

حيث أن المحلول هو مخلوط ؛ لذلك فإن مكوناته لا تكون ذات كميات محددة ، بل يمكن التحكم فى كمية المذاب داخل كمية معينة من المذيب مما يؤثر على تركيز المحلول ، لذلك تستخدم عبارة محلول مركز عندما يكون كمية المذاب كبيرة (ليست أكبر من المذيب) ونستخدم عبارة مخفف عندما تكون كمية المذاب قليلة بالنسبة لكمية المذيب. وهناك طرق مختلفة للتعبير عن تركيز المحاليل مثل النسبة المئوية – المولارية – المولالية .



شكل (٧) المحلول المركز والمحلول المخفف

النسبة المئوية :

تتحد طريقة حساب التركيز باستخدام النسبة المئوية تبعًا لطبيعة المذاب والمذيب :

$$\text{النسبة المئوية (حجم v – حجم v)} = \frac{\text{حجم المذاب}}{\text{حجم المحلول}} \times 100$$

$$\text{النسبة المئوية (كتلة m – كتلة m)} = \frac{\text{كتلة المذاب}}{\text{كتلة المحلول}} \times 100$$

حيث كتلة المحلول = كتلة المذاب + كتلة المذيب

ونظرًا لوجود عدة أنواع من النسب المئوية للمحاليل ، فيجب أن توضح الملصقات التى توضع على المنتجات المختلفة الوحدات التى تعبر عن النسب المئوية مثل ملصقات المواد الغذائية والدواء وغيرها.



شكل (٨) النسبة المئوية بدلالة الكتلة أو الحجم

مثال:

احسب النسب المئوية الكتلية (m /m) للمحلول الناتج من ذوبان 20g من Nacl فى 180g من الماء.

الحل:

كتلة المحلول = 20 + 180 = 200g

$$\text{النسبة المئوية الكتلية (m – m)} = \frac{\text{كتلة المذاب (g)}}{\text{حجم المحلول (g)}} \times 100\%$$

$$= \frac{20g}{200g} \times 100\% = 10\%$$



المولارية (M) Molarity :

يمكن التعبير عن تركيز المحلول بمصطلح المولارية

المولارية : عدد المولات المذابة فى لتر من المحلول

وتقدر بوحدة (mol / L) أو مولر (M)

$$\text{المولارية (M)} = \frac{\text{عدد المولات (mol)}}{\text{حجم المحلول (L)}}$$

مثال:

احسب التركيز المولارى لمحلول سكر القصب $C_{12}H_{22}O_{11}$ فى الماء إذا علمت أن كتلة السكر المذابة 85.5 g فى محلول حجمه 0.5 L (C = 12 ، H = 1 ، O = 16)

الحل:

الكتلة المولية لسكر القصب = $12 \times 12 + 22 \times 1 + 11 \times 16 = 342\ g\ /\ mol$

$$\text{عدد مولات السكر} = \frac{\text{كتلة المادة بالجرام}}{\text{الكتلة المولية}} = \frac{85.5\ g}{342\ g/mol} = 0.25\ mol$$

$$\text{التركيز المولارى (M)} = \frac{0.25\ mol}{0.5\ L} = 0.5\ mol\ /\ L$$

المولالية (m) Molality :

المولالية : عدد مولات المذاب فى كيلوجرام واحد من المذيب

وتقدر بوحدة (mol / kg) وتحسب من العلاقة

$$\text{المولالية m (mol /kg)} = \frac{\text{عدد مولات المذاب (mol)}}{\text{كتلة المذيب (kg)}}$$

مثال:

احسب التركيز المولالى لمحلول محضر بإذابة 20 g هيدروكسيد صوديوم فى 800 g من الماء علمًا بأن (Na = 23 ، H = 1 ، O = 16)

الحل:

الكتلة المولية NaOH = $23 + 16 + 1 = 40\ g\ /\ mol$

عدد مولات NaOH = $\frac{20}{40} = 0.5\ mol$ التركيز المولالى (m) = $\frac{0.5}{0.8} = 0.625\ mol\ /kg$

الخواص الجمعية (Collective Properties) :

تختلف خواص المذيب النقى عن خواصه عند إذابة مادة صلبة غير متطايرة به فى مجموعة من الخواص المترابطة مع بعضها ومنها الضغط البخارى ودرجة الغليان ودرجة التجمد.

الضغط البخارى Vapour Pressure :

الضغط البخارى : الضغط الذى يؤثر به البخار على سطح السائل عندما يكون البخار فى حالة اتزان ديناميكي مع السائل داخل إناء مغلق عند درجة حرارة وضغط ثابتين.



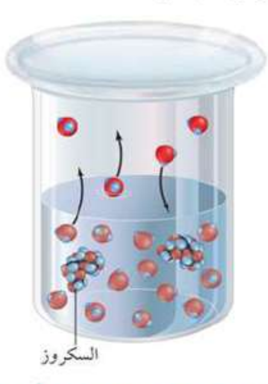
▲ شكل (٩) سرعة التبخر = سرعة التكاثف

يعتمد الضغط البخارى على درجة حرارة السائل ، فكلما زادت درجة الحرارة يزداد معدل التبخر ويزداد الضغط البخارى للسائل وإذا استمرت درجة الحرارة فى الارتفاع حتى يصبح الضغط البخارى مساويًا للضغط الجوى فإن السائل يبدأ فى الغليان ، وتسمى نقطة الغليان فى هذه الحالة نقطة الغليان الطبيعية.

ويمكن الاستدلال على نقاء سائل من خلال تطابق درجة غليانه مع درجة الغليان الطبيعية له.

فى المذيب النقى تكون جزيئات السطح المعرضة بالكامل لعملية التبخير خاصة بهذا السائل والقوى الوحيدة التى يجب التغلب عليها هى قوى التجاذب بين جزيئات المذيب وبعضها، أما عند إضافة مذاب يقل الضغط البخارى للمحلول ، لأن بعضًا من جزيئات السطح تصبح جزيئات مذاب مما يقلل من مساحة سطح المذيب المعرضة للتبخير. كما أن قوى التجاذب بين جزيئات المذيب والمذاب تصبح أكبر مما كانت بين جزيئات المذيب وبعضها. ويعتمد الضغط البخارى على عدد جسيمات المذاب وليس على تركيبه أو خواصه.



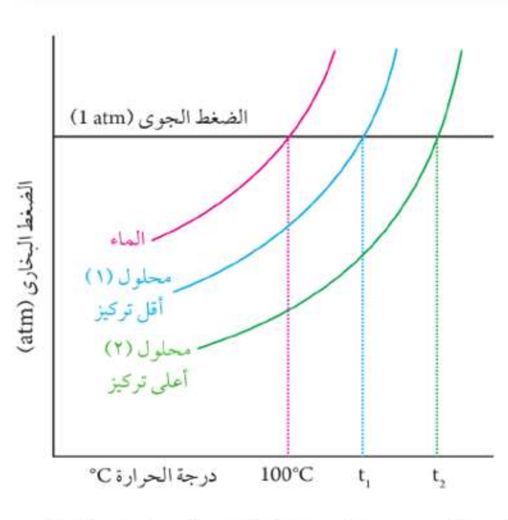


▲ شكل (١٠) الضغط البخارى لمذيب نقى أكبر من الضغط البخارى لمحلول يحتوى على مذاب غير متطاير



درجة الغليان :

درجة الغليان الطبيعية : هى درجة الحرارة التى يتساوى عندها الضغط البخارى للسائل مع الضغط الجوى.



يغلى الماء النقى عند 100°C ولكن الماء المالح ليس كذلك لإن إضافة الملح للماء ترفع من درجة غليان المحلول عن الماء النقى؛ لأن جسيمات الملح تقلل جزيئات الماء التى تهرب من سطح السائل فيقل الضغط البخارى ويحتاج الماء إلى طاقة أكبر ، وبالتالى ترتفع درجة الغليان ويتكرر ذلك مع أى مذاب غير متطاير يضاف للمذيب ففى المخطط المقابل تمثل t_1 درجة غليان المحلول (١) بينما t_2 درجة غليان المحلول (٢) ، فعلى سبيل المثال محلول 0.2 M من ملح الطعام NaCl يحدث به نفس التغيير الذى يحدث لمحلول 0.2 M من نترات البوتاسيوم KNO_3 لأن كل منهما ينتج نفس عدد مولات الأيونات فى المحلول ولكن إذا استخدمنا محلول 0.2 M كربونات صوديوم Na_2CO_3 ترتفع درجة الغليان بدرجة أكبر بسبب زيادة عدد مولات الأيونات الناتجة.

درجة الغليان المقاسة : درجة الحرارة التي يتساوى عندها الضغط البخاري للسائل مع الضغط الواقع عليه.

درجة التجمد :

إضافة مذاب غير متطاير إلى المذيب يؤثر تأثيرًا عكسيًّا على درجة تجمد المحلول عما يحدث فى درجة الغليان.

فعند إضافة مذاب إلى المذيب تنخفض درجة تجمد المذيب عن حالته النقية بسبب التجاذب بين المذاب والمذيب الذى يمنع تحول المذيب إلى مادة صلبة ؛ لذلك فعند إضافة الملح إلى الطرق الجليدية فإن الماء الموجود على الطرق لن يتجمد بسهولة ، مما يمنع انزلاق السيارات ويقلل من الحوادث.

ويتناسب مدى الانخفاض فى نقطة التجمد مع عدد جسيمات المذاب الذائبة فى المذيب ولا يعتمد على طبيعة كل منهما. فعند إضافة مول واحد (180 g) جلوكوز إلى 1000 g ماء ، فإن المحلول الناتج يتجمد عند 1.86°C – ولكن عند إضافة مول واحد (58.5 g) من كلوريد الصوديوم إلى 1000 g ماء، فإن المحلول الناتج يتجمد عند 3.72°C – ويعزى ذلك إلى أن مولًا واحدًا من NaCl ينتج مولين من الأيونات، ويؤدى ذلك إلى مضاعفة الانخفاض فى درجة التجمد.



اختبر مهاراتك

ما هى درجة تجمد المحلول الذى يحتوى على مول كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$ فى 1000 g ماء ؟

المعلقات Suspensions

هى مخاليط غير متجانسة إذا تركت لفترة زمنية قصيرة تترسب دقائق المادة المكونة منها فى قاع الإناء بدون رج ويمكن رؤية دقائقها بالعين المجردة أو بالمجهر. فإذا وضعت مادة صلبة مثل الرمل أو مسحوق الطباشير فى الماء ورج المحلول وترك لفترة فإنها تترسب، والمعلق يختلف عن المحلول وقطر كل دقيقة من دقائق المعلق أكبر من 1000 نانومتر. يمكن التعرف بوضوح على مادتين على الأقل من المعلق كما هو الحال فى مثال الطباشير أو الرمل والماء ويمكن فصلهم بترشيح الخليط، حيث تحتجز ورقة الترشيح دقائق الطباشير المعلقة، فى حين يمر الماء الصافى من خلال ورقة الترشيح.

الغرويات Colloids

هى مخاليط غير متجانسة (متجانسة ظاهريا) تحتوى على دقائق يتراوح قطر كل دقيقة منها ما بين قطر دقيقة المحلول الحقيقى وقطر دقيقة المعلق، أى تتراوح ما بين (1000 nm : 1). المادة التى تكون الدقائق الغروية تسمى بالصنف المنتشر، حين يطلق على الوسط الذى توجد فيه الدقائق الغروية بوسط الانتشار ويمكن التمييز بين المحلول والغروي باستخدام الضوء حيث يشتت الغروى الضوء، فيما يعرف بظاهرة تندال. والشكل التالى يوضح أمثلة لبعض الغرويات :



اختبر مهاراتك

لماذا لا يوجد نظام غروي غاز فى غاز؟








شكل (١١) أمثلة لبعض الغرويات



الجدول التالى يوضح بعض الأنظمة الغروية التى تتحدد بناء على طبيعة كل من الصنف المنتشر ووسط الانتشار وبعض التطبيقات الحياتية لها :

النظام		الاستخدامات الحياتية للغرويات
الصنف المنتشر	وسط الانتشار	
غاز	سائل	بعض أنواع الكريمة وزلال البيض المخفوق
غاز	صلب	بعض الحلوى المصنوعة من سكر وهلام
سائل	سائل	مستحلب الزيت والخل - اللبن والمايونيز
سائل	غاز	ضباب الأيروسولات
سائل	صلب	جيل الشعر
صلب	غاز	الغبار أو التراب فى الهواء
صلب	سائل	الدهانات والدم والنشا فى الماء

▲ جدول (٢) الأنظمة الغروية

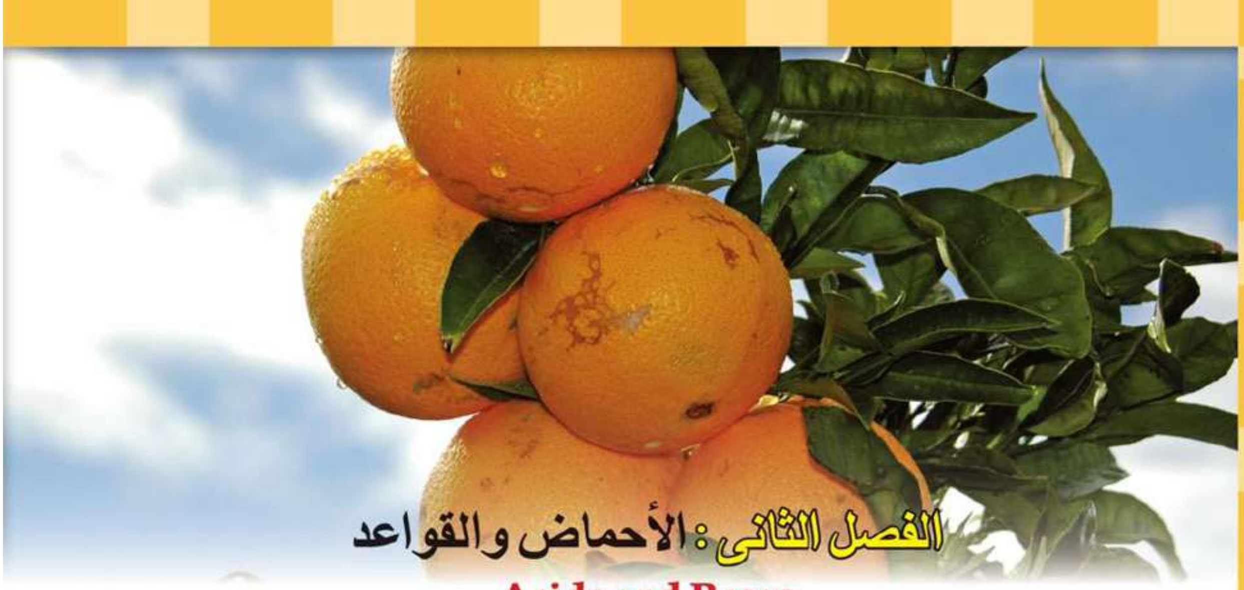
تختلف خواص الغرويات عن المحاليل الحقيقية والمعلقات ، فالكثير منها عند تركيزها يأخذ شكل الحليب أو السحب ، ولكنها تبدو رائقة صافية أو غالبًا ما تكون كذلك عند تخفيفه تخفيفًا شديدًا . ودقائقها لا يمكن حجزها بواسطة ورق الترشيح ، وإذا تركت فترة بدون رج فإنها لا تترسب فى قاع المحلول.

طرق تحضير الغرويات :

من أكثر الطرق المعروفة لتحضير الغرويات طريقة الانتشار وطريقة التكثيف :

- **طريقة الانتشار** : حيث تفتت المادة إلى أجزاء صغيرة حتى يصل حجمها إلى حجم جزيئات الغروى ثم تضاف إلى وسط الانتشار مع التقليب (النشا فى الماء).
- **طريقة التكثيف** : حيث يتم تجميع الجزيئات الصغيرة إلى جسيمات أكبر مناسبة وذلك عن طريق بعض العمليات مثل الأكسدة أو الاختزال أو التحلل المائى.

$$2H_2S_{(aq)} + SO_{2(g)} \longrightarrow 3S_{(\text{محلول غروى})} + 2H_2O$$



الفصل الثانى : الأحماض والقواعد
Acids and Bases

نواتج التعلم

في نهاية هذا الفصل يصبح الطالب قادرًا على أن:

- يشرح المقصود بكل من الحمض والقاعدة وتصنيفاتهما.
- يقارن بين النظريات المختلفة لتعريف الحمض والقاعدة.
- يميز بين الأحماض والقواعد باستخدام الأدلة المختلفة.
- يشرح معنى الأس الهيدروجيني واستخداماته.
- يتعرف طرق تكوين الأملاح ويفسر الأس الهيدروجيني لمحاليلها.
- يسمى الأملاح عن طريق شقيها.

ما المقصود بكل من الحمض والقاعدة ؟

تمثل الأحماض والقواعد جزءًا كبيرًا من حياة الإنسان، فعلى سبيل المثال الخل الذى يستخدم فى بعض الأطعمة وعمليات التنظيف هو محلول حمضى تم اكتشافه قديمًا والآن تدخل الأحماض فى كثير من الصناعات الكيميائية مثل الأسمدة والمتفجرات والأدوية والبلاستيك وبطاريات السيارات ...

والقواعد كذلك لها العديد من الاستخدامات فى المنزل والصناعات الكيميائية مثل الصابون والمنظفات الصناعية والأدوية والأصباغ.




منظف صناعى قاعدة



الليمون حمض



الطماطم حمض



أقراص الدواء منها حمض ومنها قاعدة

الجدول التالى يوضح بعض المنتجات الطبيعية والصناعية والأحماض أو القواعد الداخلة فى تركيبها أو تحضيرها

المنتج	الحمض أو القاعدة الداخل فى تركيبها أو تحضيرها
النباتات الحامضية (الليمون ، البرتقال ، الطماطم)	حمض الستريك - حمض الاسكوربيك
منتجات الألبان (الجبن ، الزبادى)	حمض اللاكتيك
المشروبات الغازية	حمض الكربونيك - حمض الفوسفوريك
الصابون	هيدروكسيد الصوديوم
صودا الخبيز	بيكربونات الصوديوم
صودا الغسيل	كربونات الصوديوم المتهدرتة

▲ جدول (٣) استخدامات الأحماض والقواعد

- **الحمض** : هو مركب ذو طعم لاذع يُغير لون صبغة عباد الشمس إلى اللون الأحمر يتفاعل مع الفلزات النشطة ويتصاعد الهيدروجين

$$Zn_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow Zncl_{2(aq)} + H_{2(g)}$$

ويتفاعل مع أملاح الكربونات أو البيكربونات ويحدث فوران ويتصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون

$$Na_2CO_{3(s)} + H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow Na_2SO_{4(aq)} + H_2O_{(\ell)} + CO_{2(g)}$$

ويتفاعل مع القواعد ويعطى ملحًا وماء.

- **القاعدة** : هى مركب ذو طعم قابض لها ملمس صابونى تغير لون صبغة عباد الشمس إلى الأزرق ، وتتفاعل مع الأحماض وتعطى ملحًا وماء.

الخواص الظاهرية لكل من الحمض والقاعدة تقودنا إلى تعريف تجريبى أو تنفيذى لكل منهما ولكن يجب أن نأخذ فى الاعتبار أن التعريف التجريبى يقوم على الملاحظة ولا يصف أو يفسر الخواص غير المرئية التى أتت بهذا السلوك والتعريف الأكثر شمولاً والذى يعطى العلماء فرصة للتنبؤ بسلوك هذه المواد يأتى من خلال الدراسات والتجارب والتى وضعت فى صورة نظريات.

النظريات التى وضعت لتعريف الحمض والقاعدة

نظرية أرهينيوس The Arrhenius Theory :

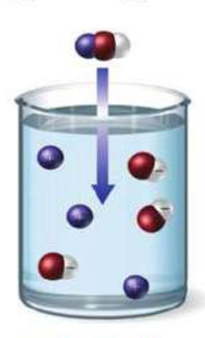
التوصيل الكهربى للمحاليل المائية للأحماض والقواعد يثبت وجود أيونات فيها فعند ذوبان كلوريد الهيدروجين فى الماء فإنه يتأين إلى أيونات الهيدروجين وأيونات الكلوريد.

$$HCl_{(g)} \xrightarrow[Water]{} H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

كذلك عند ذوبان هيدروكسيد الصوديوم فى الماء فإنه يتفكك مكونًا أيونات صوديوم وأيونات هيدروكسيد.

$$NaOH_{(s)} \xrightarrow{Water} Na^{+}_{(aq)} + OH^{-}_{(aq)}$$





▲ شكل (١١) محلول هيدروكسيد الصوديوم فى الماء

وعملية تفكك الأحماض والقواعد فى الماء لها أنماط مختلفة ، وكان أول من لاحظ ذلك فى أواخر القرن التاسع عشر هو العالم السويدى أرهينيوس.

حمض الكبريتيك $H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow H^{+}_{(aq)} + HSO^{-}_{4(aq)}$

هيدروكسيد البوتاسيوم $KOH_{(aq)} \longrightarrow K^{+}_{(aq)} + OH^{-}_{(aq)}$

فى عام ١٨٨٧م أعلن أرهينيوس نظريته التى تفسر طبيعة الأحماض والقواعد والتى تنص على :

- ✓ **الحمض : هو المادة التى تتفكك فى الماء وتعطى أيونًا أو أكثر من أيونات الهيدروجين H^+**
- ✓ **القاعدة : هى المادة التى تتفكك فى الماء وتعطى أيونًا أو أكثر من أيونات الهيدروكسيد OH^-**

ومن خلال هذه النظرية نلاحظ أن الأحماض تعمل على زيادة تركيز أيونات الهيدروجين الموجبة H^+ فى المحاليل المائية. وهذا يتطلب أن يحتوى حمض أرهينيوس على الهيدروجين كمصدر لأيونات الهيدروجين كما يتضح من معادلات تفكك الأحماض. ومن ناحية أخرى فإن القاعدة تعمل على زيادة تركيز أيونات الهيدروكسيد فى المحاليل المائية ، وبالتالى فإن قاعدة أرهينيوس لابد أن تحتوى على مجموعة الهيدروكسيد OH^- كما يتضح من معادلات تفكك القواعد، وتساعد نظرية أرهينيوس فى تفسير ما يحدث عند تعادل الحمض والقاعدة لتكوين مركب أيونى وماء ، كما بالمعادلة التالية :

$$HCl_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \longrightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O_{(\ell)}$$

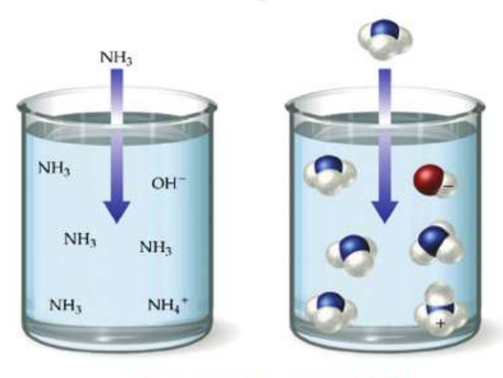
والمعادلة الأيونية المعبرة عن هذا التفاعل تبعًا لنظرية أرهينيوس هى:

$$H^{+}_{(aq)} + OH^{-}_{(aq)} \longrightarrow H_2O_{(\ell)}$$

وبالتالى يكون الماء ناتجًا أساسيًّا عند تعادل الحمض مع القاعدة.

ملاحظات على نظرية أرهينيوس :

- ثانى أكسيد الكربون وبعض المركبات الأخرى تعدل محاليل حامضية فى الماء، رغم أنها لا تحتوي على أيون H^+ فى تركيبها، وهذا يتعارض مع نظرية أرهينيوس.
- النشادر (الأمونيا) وبعض المركبات الأخرى تعطى محاليل قاعدية فى الماء رغم أنها لا تحتوى على أيون الهيدروكسيد فى تركيبها ، كما أنها تتعادل مع الأحماض وهذا لا ينطبق مع نظرية أرهينيوس.



شكل (١٢) محلول النشادر فى الماء

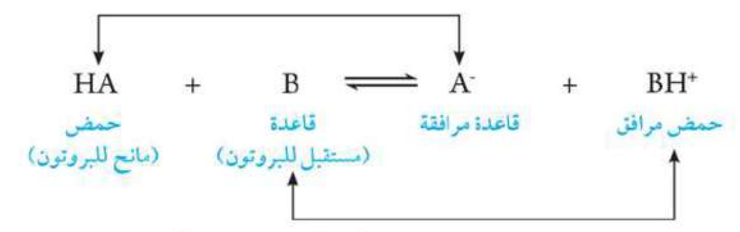
نظرية برونشتد - لورى The Brönsted – Lowry Theory :

فى عام ١٩٢٣م وضع الدنماركى جونز برونشتد Johannes Brönsted والإنجليزى توماس لورى Thomas Lowry نظريتهما عن الحمض والقاعدة.

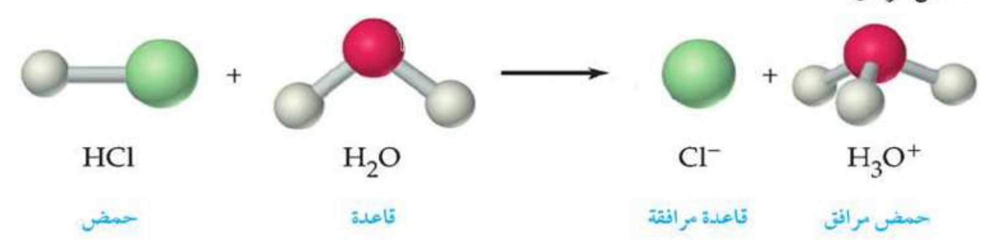
✓ الحمض : هو المادة التى تفقد البروتون H^+ (مانح للبروتون).
✓ القاعدة : هى المادة التى لها القابلية لاستقبال البروتون (مستقبلة للبروتون).

ومن التعريف نلاحظ أن حمض برونشتد - لورى يشبه حمض أرهينيوس فى احتوائه على الهيدروجين فى تركيبه ، بينما أى أيون سالب ماعدا أيون الهيدروكسيد يعتبر قاعدة برونشتد - لورى وبالتالى يكون اتحاد الحمض والقاعدة هو أن مادة تعطى البروتون والأخرى تستقبل هذا البروتون أى أن التفاعل هو انتقال للبروتون من الحمض إلى القاعدة.

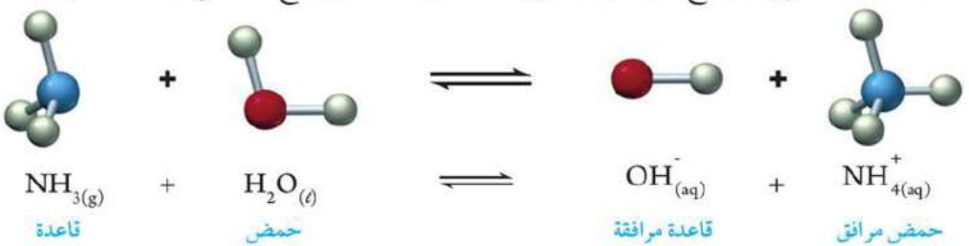




عند إذابة حمض HCl فى الماء يعتبر HCl حمضًا لأنه يمنح بروتونًا إلى الماء وبالتالى يعتبر الماء قاعدة لأنه يكتسب هذا البروتون ويصبح أيون الكلوريد Cl^- قاعدة مرافقة بينما أيون الهيدرونيوم H_3O^+ حمض مرافق.



كما أن هذا التعريف يسمح لنا باعتبار الأمونيا (النشادر) قاعدة ويتضح ذلك من المعادلة التالية :



$$NH_{3(g)} + H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons OH^-_{(aq)} + NH^+_{4(aq)}$$

قاعدة — حمض — قاعدة مرافقة — حمض مرافق

فعندما يمنح الحمض بروتونًا يتحول إلى قاعدة وعندما تكتسب القاعدة هذا البروتون تتحول إلى حمض.

✓ الحمض المرافق : هو المادة الناتجة عندما تكتسب القاعدة بروتونًا.
✓ القاعدة المرافقة : هى المادة الناتجة عندما يفقد الحمض بروتونًا.

نظرية لويس Lewis Theory :

وضع العالم جيلبرت نيوتن لويس ١٩٢٣م نظرية أكثر شمولًا لتعريف كل من الحمض والقاعدة تنص على :

- الحمض : هو المادة التى تستقبل زوج أو أكثر من الإلكترونات.
- القاعدة : هى المادة التى تمنح زوج أو أكثر من الإلكترونات.

فعند اتحاد أيون الهيدروجين (H^+) مع أيون الفلوريد (F^-) يعتبر (H^+) حمض لويس بينما أيون (F^-) قاعدة لويس ويتضح ذلك من الشكل التالى :



$$H^+_{(aq)} + :\ddot{F}:^-_{(aq)} \longrightarrow HF_{(aq)}$$

تصنيف الأحماض والقواعد Classification of Acids and Bases

أولًا : الأحماض :

يمكن تصنيف الأحماض وفق بعض الأسس كما يلى :

١ . تبعًا لدرجة تأينها فى المحلول تنقسم إلى :

- أحماض قوية Strong Acids : هى الأحماض تامة التأين ، أى أن جميع جزيئاتها تتأين فى المحلول إلى أيونات ومحاليلها توصل التيار الكهربى بدرجة كبيرة نسبيًا بسبب احتوائها على كمية كبيرة من الأيونات ؛ لذلك تعتبر إلكتروليتات قوية مثل:

حمض الهيدرويوديك HI – حمض البيروكلوريك $HClO_4$ – حمض الهيدروكلوريك HCl – حمض الكبريتيك H_2SO_4 – حمض النيتريك HNO_3

- أحماض ضعيفة Weak Acids : هى الأحماض غير تامة التأين بمعنى أن جزءًا ضئيلًا من الجزيئات يتفكك إلى أيونات وتوصل التيار الكهربى بدرجة ضعيفة ؛ لذلك تعتبر إلكتروليتات ضعيفة.

مثل حمض الأسيتيك (الخل) CH_3COOH الذى يتأين فى الماء إلى أيون هيدرونيوم وأنيون الأسيتات

$$CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$$

لاحظ أن

لا توجد علاقة بين قوة الحمض وعدد ذرات الهيدروجين فى تركيبه الجزيئى فحمض الفوسفوريك H_3PO_4 يحتوى الجزيء منه على ثلاث ذرات هيدروجين ، ومع ذلك هو حمض أضعف من حمض النيتريك HNO_3 الذى يحتوى على ذرة هيدروجين واحدة.





▲شكل (١٣) الحمض القوى يوصل التيار الكهربى بدرجة أكبر من الحمض الضعيف

٢. تبعًا لمصدرها تنقسم إلى :

- أحماض عضوية Organic acids : وهى الأحماض التى لها أصل عضوى (نبات - حيوان) وتستخلص من أعضاء الكائنات الحية ، وهى أحماض ضعيفة مثل : حمض الفورميك - حمض الأسيتيك - حمض اللاكتيك - حمض الستريك - حمض الأكساليك.

- أحماض معدنية Mineral acids : وهى تلك الأحماض التى يدخل فى تركيبها عناصر لافلزية غالبًا مثل الكلور والكبريت والنيتروجين والفوسفور وغيرها وليست من أصل عضوى مثل : حمض الهيدروكلوريك HCl - حمض الفوسفوريك H_3PO_4 - حمض البيروكلوريك $HClO_4$ - حمض الكربونيك H_2CO_3 - حمض النيتريك HNO_3 - حمض الكبريتيك H_2SO_4



▲ شكل (١٤) حمض الستريك فى الليمون



▲ شكل (١٥) حمض اللاكتيك فى اللبن ومنتجاته



▲ شكل (١٦) حمض الكربونيك فى المياه الغازية

٣. تبعًا لعدد ذرات الهيدروجين البدول التى يتفاعل عن طريقها الحمض والتى تعرف بقاعدية الحمض :

- أحادية البروتون (أحادية القاعدية Monobasic acids) :

يعطى الجزيء منها عند ذوبانه فى الماء بروتونًا واحدًا.

حمض الهيدروكلوريك HCl — حمض الأسيتيك CH_3COOH

حمض النيتريك HNO_3 — حمض الفورميك $HCOOH$

- ثنائية البروتون (ثنائية القاعدية Dibasic acids) :

يعطى الجزيء منها عند ذوبانه فى الماء بروتونًا واحدًا أو اثنين.

حمض الكبريتيك H_2SO_4 — حمض الأكساليك $\begin{array}{c} COOH \\ | \\ COOH \end{array}$

حمض الكربونيك H_2CO_3

✪ ثلاثية البروتون (ثلاثية القاعدية Tribasic acids) :

يعطى الجزيء منها عند ذوبانه فى الماء بروتونًا واحدًا أو اثنين أو ثلاث بروتونات.

حمض الفوسفوريك H_3PO_4

حمض الستريك

$$\begin{array}{c} CH_2 - COOH \\ | \\ HO - C - COOH \\ | \\ CH_2 - COOH \end{array}$$

ثانيًا : القواعد :

يمكن تصنيف القواعد وفق بعض الأسس كما يلى :

١. تبعًا لدرجة تفككها فى المحلول كما يلى:

✪ قواعد قوية Strong Bases : هى قواعد تامة التأين ، وتعتبر إلكتروليتات قوية كما فى الأحماض ، مثل هيدروكسيد البوتاسيوم KOH ، هيدروكسيد الصوديوم NaOH ، هيدروكسيد الباريوم $Ba(OH)_2$

✪ قواعد ضعيفة Weak Bases : هى قواعد غير تامة التأين ، وتعتبر إلكتروليتات ضعيفة مثل هيدروكسيد الأمونيوم NH_4OH





▲شكل (١٧) القاعدة القوية توصل التيار الكهربى بدرجة أكبر من القاعدة الضعيفة

٢. تبعًا لتركيبها الجزيئى :

بعض المواد تتفاعل مع الحمض وتعطى ملح وماء لذا تعتبر قواعد مثل :

✪ أكاسيد الفلزات Metal Oxides : مثل MgO – FeO

$$FeO_{(s)} + HCl_{(aq)} \longrightarrow FeCl_{2(aq)} + H_2O_{(\ell)}$$

• هيدروكسيدات الفلزات Metal Hydroxides : مثل $NaOH - Ca(OH)_2$

$$Ca(OH)_{2(aq)} + H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow CaSO_{4(aq)} + H_2O_{(\ell)}$$

• كربونات أو بيكربونات الفلزات (Metal Carbonates (or Bicarbonates :

$$K_2CO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow 2KCl_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} + CO_{2(g)}$$

$$KHCO_{3(s)} + HCl_{(aq)} \longrightarrow KCl_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} + CO_{2(g)}$$

القواعد التى تذوب فى الماء تسمى قلويات Alkalis ويمكن تعريفها على أنها المواد التى تذوب فى الماء وتعطى أيون الهيدروكسيد OH^- أى أن القلويات هى جزء من القواعد ؛ ولذلك يمكننا القول : أن كل القلويات قواعد وليس كل القواعد قلويات.

الكشف عن الأحماض والقواعد

توجد عدة طرق للتعرف على نوع المحلول ما إذا كان حمضيًا أو قلويًا أو متعادلًا ، حيث يمكن استخدام الأدلة (الكواشف) أو مقياس الرقم الهيدروجينى pH .

أولًا : الأدلة (الكواشف) Indicators :

هى عبارة عن أحماض أو قواعد ضعيفة يتغير لونها بتغير نوع المحلول ، والسبب فى ذلك هو اختلاف لون الدليل المتأين عن لون الدليل غير المتأين ، وتستخدم الكواشف فى التعرف على نوع المحلول وأثناء عملية المعايرة بين الحمض والقاعدة ، والجدول التالى يوضح أمثلة لبعض الأدلة ولونها فى الأوساط المختلفة :

اسم الدليل	فى الوسط الحمضى	فى الوسط القاعدى	فى الوسط المتعادل
ميثيل برتقالى	أحمر	أصفر	برتقالى
بروموثيمول الأزرق	أصفر	أزرق	أخضر
فينولفثالين	عديم اللون	أحمر وردى	عديم اللون
عباد الشمس	أحمر	أزرق	بنفسجى

▲ جدول (٤) أمثلة لبعض الكواشف ولونها فى الوسط الحمضى والقاعدى والمتعادل

معلومة إثرائية



تعتبر لدغة النمل والنحل حمضية التأثير ويمكن علاجها باستخدام محلول بيكربونات الصوديوم ، أما لدغة الدبور وقنديل البحر فهى قلوية ويمكن علاجها باستخدام الخل .

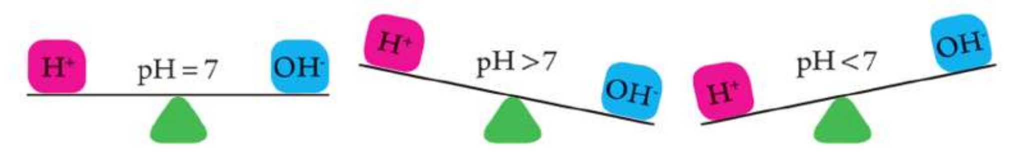


ثانيًا : الرقم الهيدروجينى pH :

هو أسلوب للتعبير عن درجة الحموضة أو القاعدية للمحاليل بأرقام من 0 إلى 14. وقد يستخدم لذلك جهاز رقمى أو شريط ورقى.

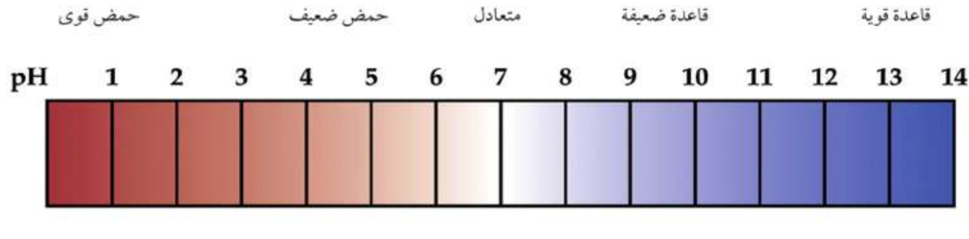
جميع المحاليل المائية تحتوى على أيونى H^+ و OH^- وتعتمد قيمة pH على تركيز كل منهما :

- إذا كان تركيز $H^+ > OH^-$ يكون المحلول حمضى وتكون قيمة pH أقل من 7 .
- إذا كان تركيز $H^+ < OH^-$ يكون المحلول قاعدى وتكون قيمة pH أكبر من 7 .
- إذا كان تركيز $H^+ = OH^-$ يكون المحلول متعادل وتكون قيمة pH = 7 .



شكل (١٨) العلاقة بين تركيز أيون H^+ وقيمة pH للمحلول

ويعتبر الخل وعصير الليمون وعصير الطماطم من المواد الحمضية فى حين يعتبر بياض البيض وصودا الخبيز والمنظفات مواد قاعدية



شكل (١٩) مقياس الرقم الهيدروجينى

الأملاح Salts

طرق تكوين الأملاح :

تعتبر الأملاح أحد أنواع المركبات المهمة فى حياتنا ، وتوجد بكثرة فى القشرة الأرضية ، كما توجد ذائبة فى ماء البحر أو مترسبة فى قاعه ، ولكن يمكن تحضير الأملاح معمليًا بإحدى الطرق التالية :

- **تفاعل الفلزات مع الأحماض المخففة** : الفلزات التى تسبق الهيدروجين فى متسلسلة النشاط الكيميائى تحل محله فى محاليل الأحماض المخففة ويتصاعد الهيدروجين الذى يشتعل بفرقعة عند تقريب شظية مشتعلة إليه ويتبقى الملح ذائبًا فى الماء.





فلز (نشط) + حمض $\xrightarrow{\text{مخفف}}$ ملح الحمض + هيدروجين ↑

$$Zn_{(s)} + H_2SO_{4(aq)} \xrightarrow{dil.} ZnSO_{4(aq)} + H_{2(g)}\uparrow$$

ويمكن فصل الملح الناتج بتسخين المحلول فيتبخر الماء ويتبقى الملح

- **تفاعل أكاسيد الفلزات مع الأحماض** : وتستخدم هذه الطريقة عادة فى حالة صعوبة تفاعل الفلز مع الحمض مباشرة سواء بسبب خطورة التفاعل أو لقلة نشاط الفلز عن الهيدروجين

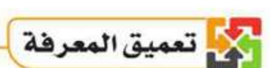
أكسيد فلز + حمض ⟵ ملح الحمض + ماء

$$CuO_{(s)} + H_2SO_{4(aq)} \xrightarrow{\Delta} CuSO_{4(aq)} + H_2O_{(\ell)}$$

- **تفاعل هيدروكسيد الفلز مع الحمض** : وتصلح هذه الطريقة فى حالة هيدروكسيدات الفلزات القابلة للذوبان فى الماء ، والتى تعتبر من القلويات.

حمض + قلوى ⟵ ملح الحمض + ماء

$$HCl_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \xrightarrow{\Delta} NaCl_{(aq)} + H_2O_{(\ell)}$$



لتعميق معرفتك في هذا الموضوع يمكنك الاستعانة ببنك المعرفة المصري من خلال الرابط المقابل:



وتعرف تفاعلات الأحماض مع القلويات بتفاعلات التعادل Neutralization وتستخدم تفاعلات التعادل فى التحليل الكيميائى لتقدير تركيز حمض أو قلوى مجهول التركيز باستخدام قلوى أو حمض معلوم التركيز فى وجود كاشف (دليل) مناسب ، ويحدث التعادل عندما تكون كمية الحمض مكافئة تمامًا لكمية القلوى.

- **تفاعل كربونات أو بيكربونات الفلز مع معظم الأحماض** : وهى أملاح حمض الكربونيك وهو غير ثابت (درجة غليانه منخفضة) يمكن لأى حمض آخر أكثر ثباتًا منه أن يطرده من أملاحه ويحل محله ويتكون ملح الحمض الجديد وماء ويتصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون ويستخدم هذا التفاعل فى اختبار الحامضية.

$$Na_2CO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} + CO_{2(g)}\uparrow$$

تسمية الأملاح Nomenclature of Salts :

يتكون الملح عند ارتباط الأيون السالب للحمض (الأنيون X^-) مع الأيون الموجب للقاعدة (الكاتيون M^+) لينتج الملح (MX) لذلك فإن الاسم الكيميائى للملح يتكون من مقطعين فنقول مثلًا كلوريد صوديوم أو نترات بوتاسيوم وهكذا ... فالمقطع الأول يدل على الأيون السالب للحمض (الأنيون) والذى يطلق عليه الشق الحمضى للملح. بينما المقطع الثانى يدل على الأيون الموجب للقاعدة (الكاتيون) والذى يطلق عليه الشق القاعدى للملح. فعند اتحاد حمض النيتريك (HNO_3) مع هيدروكسيد البوتاسيوم (KOH) فإن الملح الناتج يسمى نترات بوتاسيوم (KNO_3)

$$KOH_{(aq)} + HNO_{3(aq)} \longrightarrow KNO_{3(aq)} + H_2O_{(\ell)}$$

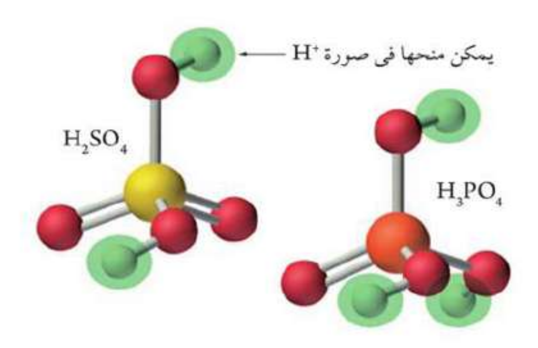
وتتوقف الصيغة الكيميائية للملح الناتج على تكافؤ كل من الأنيون والكاتيون. والجدول التالى يوضح أمثلة لبعض الأملاح وصيغتها والأحماض التى حضرت منها.

حمض	الشق الحمضى (الأنيون)	أمثلة لبعض أملاح الحمض
النيتريك HNO_3	نترات $(NO_3)^-$	نترات بوتاسيوم KNO_3 – نترات رصاص II $Pb(NO_3)_2$ نترات حديد III $Fe(NO_3)_3$
الهيدروكلوريك HCl	كلوريد Cl^-	كلوريد صوديوم NaCl – كلوريد ماغنسيوم $MgCl_2$ كلوريد ألومنيوم $AlCl_3$
الأسيتيك (الخليك) CH_3COOH	أسيتات (خلات) $(CH_3COO)^-$	أسيتات بوتاسيوم CH_3COOK – أسيتات نحاس II $(CH_3COO)_2Cu$ أسيتات حديد III $(CH_3COO)_3Fe$
الكبريتيك H_2SO_4	كبريتات $(SO_4)^{2-}$ بيكبريتات $(HSO_4)^-$	كبريتات صوديوم Na_2SO_4 – كبريتات نحاس $CuSO_4$ بيكبريتات صوديوم $NaHSO_4$ – بيكبريتات الومنيوم $Al(HSO_4)_3$
الكربونيك H_2CO_3	كربونات $(CO_3)^{2-}$ بيكربونات $(HCO_3)^-$	كربونات صوديوم Na_2CO_3 – كربونات كالسيوم $CaCO_3$ بيكربونات صوديوم $NaHCO_3$ – بيكربونات ماغنسيوم $Mg(HCO_3)_2$

▲ جدول (٥) أمثلة لأحماض وبعض أملاحها

من الجدول السابق يمكن ملاحظة ما يلى :

- بعض الأحماض لها نوعان من الأملاح مثل حمض الكبريتيك وحمض الكربونيك ويرجع ذلك لعدد ذرات الهيدروجين البدول فى جزيء الحمض وهناك أحماض لها ثلاثة أملاح مثل حمض الفوسفوريك H_3PO_4 .
- الملح الذى يحتوى هيدروجين فى الشق الحمضى له إما أن يسمى بإضافة (بيـ Bi) أو بإضافة كلمة هيدروجينية مثل بيكبريتات HSO_4^- أو كبريتات هيدروجينية .



▲ شكل (٢٠) أحماض متعددة الأملاح

- تدل الأرقام II أو III على تكافؤ الفلز المرتبط بالشق الحمضى وتكتب فى حالة الفلزات التى لها أكثر من تكافؤ.
- فى حالة أملاح الأحماض العضوية مثل أسيتات البوتاسيوم $CH_3COO^-K^+$ يكتب الشق الحمضى فى الرمز إلى اليسار والقاعدى إلى اليمين.

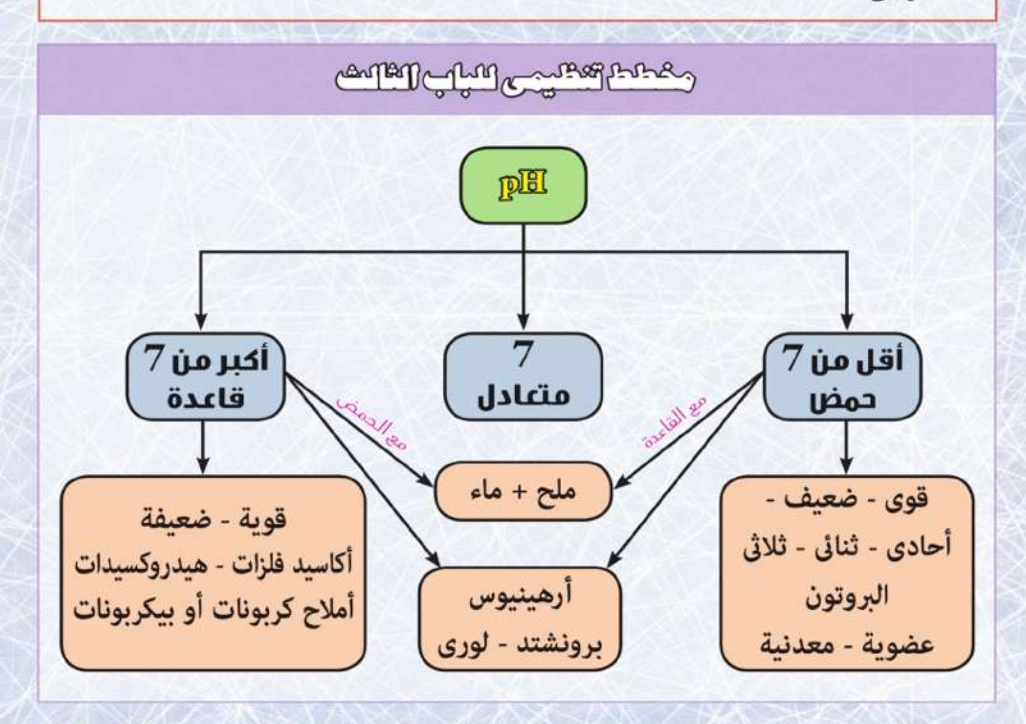
المحاليل المائية للأملاح Salt Solutions

وتختلف المحاليل المائية للأملاح فى خواصها ، فمنها ما يكون حمضيًا ($pH < 7$) عندما يكون الحمض قويًا والقاعدة ضعيفة مثل محلول NH_4Cl ، ومنها ما يكون قاعدى ($pH > 7$) عندما يكون الحمض ضعيفًا والقاعدة قوية مثل محلول Na_2CO_3 ، ومنها ما هو متعادل ($pH = 7$) عندما يتساوى كل من الحمض والقاعدة فى القوة مثل محلول NaCl و CH_3COONH_4.

المصطلحات الأساسية فى الباب الثالث

- **المحلول** : مخلوط متجانس من مادتين أو أكثر.
- **الذوبانية** : هى كتلة المذاب بالجرام التى تذوب فى 100 g من المذيب لتكوين محلول مشبع عند الظروف القياسية.
- **الغرويات** : هى مخاليط غير متجانسة لا تترسب دقائقها ويصعب فصل دقائقها بالترشيح.
- **حمض أرهينوس** : هو المادة التى تتفكك فى الماء وتعطى أيون أو أكثر من أيونات الهيدروجين.
- **قاعدة أرهينيوس** : هى المادة التى تتفكك فى الماء وتعطى أيون أو أكثر من أيونات الهيدروكسيد.
- **حمض برونشتد – لورى** : هو المادة التى تفقد البروتون H^+ (مانح للبروتون).
- **قاعدة برونشتد – لورى** : هى المادة التى لها القابلية لاستقبال البروتون (مستقبلة البروتون).
- **الحمض المرافق** : هو المادة الناتجة عندما تكتسب القاعدة برتونًا.
- **القاعدة المرافقة** : هو المادة الناتجة عندما يفقد الحمض برتونًا.
- **حمض لويس** : هو المادة التى تستقبل زوج أو أكثر من الإلكترونات.
- **قاعدة لويس** : هى المادة التى تمنح زوج أو أكثر من الإلكترونات.
- **الأدلة (الكواشف)** : أحماض أو قواعد ضعيفة يتغير لونها بتغير لون المحلول.
- **الرقم الهيدروجينى (pH)** : أسلوب للتعبير عن درجة الحموضة أو القاعدية للمحاليل بأرقام من صفر إلى 14.

مخطط تنظيمى للباب الثالث









أنشطة وأسئلة الباب الثالث



الفصل الأول : المحاليل والغرويات

نشاط معملى : المحاليل الإلكتروليتية واللاإلكتروليتية

الأمان والسلامة









الهدف من النشاط

☑ تصنيف المحاليل تبعًا لدرجة توصيلها للتيار الكهربى.

المهارات المرجو اكتسابها

☑ الملاحظة - التفسير - تسجيل البيانات - الاستنتاج.

المواد والأدوات المستخدمة

☑ بطارية 6 فولت - أسلاك توصيل - عمود من الجرافيت (سن قلم رصاص) - ماء مقطر - كأس زجاجية سعة 250 mL - مصباح - ساق زجاجية - كلوريد صوديوم - كبريتات نحاس - حمض هيدروكلوريك - خل (حمض أسيتيك) - سكر قصب (سكروز) - هيدروكسيد صوديوم - هيدروكسيد أمونيوم.

خطوات إجراء النشاط :

بالتعاون مع اثنين من زملائك قم بتنفيذ اجراءات النشاط التالى ثم قارن بين نتائجك مع باقى المجموعات بالفصل.

- ضع كمية من الماء فى الكأس الزجاجية حوالى 200 mL .
- كون دائرة كهربية من مصباح وبطارية وأسلاك توصيل ، ثم صل طرفيها بعمودى الجرافيت.
- اغمس عمودى الجرافيت داخل الماء فى الكأس الزجاجية دون تلامسها. ماذا تلاحظ على المصباح ؟

الملاحظة : ....

- ضع قليلًا من كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) فى الماء وقلبه جيدًا. ماذا تلاحظ على المصباح ؟

الملاحظة : ....

استبدل المحلول فى الكأس بمحاليل أخرى لكل من:

$C_{12}H_{22}O_{11}$, NH_4OH , $NaOH$, CH_3COOH , HCl , $CuSO_4$

ثم دون نتائجك فى جدول من إعدادك.

الاستنتاج : ....

التفسير : ....









نشاط معملى : تحضير محاليل ذات تركيزات مختلفة










☑ تحضير محاليل ذات تركيزات مختلفة عمليًا.



☑ استخدام أدوات المعمل – الملاحظة – تسجيل البيانات – الاستنتاج.



المواد والأدوات المستخدمة

☑ مخبار مدرج – 3 دورق عيارى سعة 500 mL ، 250 mL ، 200 mL – ميزان – ماء مقطر – ملح كربونات صوديوم – هيدروكسيد صوديوم – كبريتات نحاس متهدرتة – كلوريد صوديوم – سكر قصب (سكروز) – ساق زجاجى للتقليب.



خطوات إجراء النشاط :

- إذا علمت أن الكتل الذرية لكل من Na ، C ، O هى على الترتيب 23 ، 12 ، 16 . فاحسب الكتلة المولية لكربونات الصوديوم.

  الكتلة المولية = ...

  كتلة 0.2 مول من كربونات الصوديوم = ...

- استخدم الميزان فى تناول 0.2 مول من كربونات الصوديوم وضعها فى الدورق.
- باستخدام المخبار المدرَّج ضع 50 mL من الماء على الملح داخل الدورق برفق ثم استخدم الساق الزجاجية فى التقليب.
- أكمل المحلول إلى 200 mL واستمر فى عملية التقليب حتى تمام ذوبان كربونات الصوديوم.
- استخدم العلاقة التالية فى حساب تركيز المحلول :

  $$\text{التركيز المولارى} = \frac{\text{عدد مولات المذاب}}{\text{حجم المحلول باللتر}}$$

  التركيز المولارى = ...

- اتبع الخطوات السابقة فى تحضير محاليل مختلفة التركيز من كربونات الصوديوم.
- استبدل كربونات الصوديوم بكبريتات النحاس المتهدرتة . ما التغيير الذى يمكن حدوثه للحصول على محلول 1 M .

  ....

- كرر العمل السابق مع مواد أخرى مثل هيدروكسيد الصوديوم – كلوريد الصوديوم – سكر القصب.
- دون النتائج التى تتوصل إليها فى جدول يتضمن المادة – كتلتها – عدد مولاتها – حجم المحلول – التركيز.





نشاط معملى : المقارنة بين أنواع المحاليل

خطوات إجراء النشاط :

- رقم الكؤوس الثلاث من ١ إلى ٣ .
- ضع 3 g ملح طعام فى الكأس الأولى ، ثم أضف إليها ماء مقطر مع التقليب حتى يصل حجم المحلول إلى 100 mL .
- كرر نفس العمل مع كل من اللبن المجفف – مسحوق الطباشير.
- انظر إلى كل مخلوط بالعين المجردة ولاحظ هل يمكنك التمييز بين مكوناته ؟
- خذ قطرة من كل مخلوط وضعها على شريحة زجاجية وافحصها تحت الميكروسكوب. ماذا تلاحظ على حجم دقائق كل مخلوط.
- ضع القمع الزجاجى فوق الدورق المخروطى وضع بداخله ورقة ترشيح ، ثم صب محلول الملح داخل ورقة الترشيح. هل يمكن فصل الملح عن الماء بهذه الطريقة ؟
- كرر العمل السابق مع كل من المخلوطين الآخرين ثم دون ملاحظاتك واستنتاجاتك.

الملاحظة : ....

....

الاستنتاج :

- قارن بين المحلول (محلول الملح) والمعلق (مخلوط الطباشير والماء) والغروى (مخلوط اللبن والماء) فى جدول من إعدادك يتضمن البيانات التالية : التجانس – حجم الدقائق – إمكانية فصل مكوناته.

....

....



الأمان والسلامة











الهدف من النشاط

☑ التمييز بين أنواع المحاليل.



المهارات المرجو اكتسابها

☑ استخدام الأدوات – التنبؤ – الملاحظة – الاستنتاج.



المواد والأدوات المستخدمة

☑ ثلاث كؤوس زجاجية سعة كل منها 200 mL – ماء مقطر – ملح طعام (كلوريد الصوديوم) – لبن مجفف – مسحوق طباشير – كشاف ضوئى – ميكروسكوب – ورق ترشيح – قمع زجاجى – دورق مخروطى – شرائح زجاجية – ساق للتقليب.



لبن مجفف



اللبن من الغرويات



نشاط معملى : تحضير بعض الغرويات البسيطة



الأمان والسلامة







الهدف من النشاط

☑ تحضير بعض الغرويات البسيطة.

☑ تحضير أحد أنواع الدهانات (الطلاء) كمثال للأنظمة الغروية.

المهارات المرجو اكتسابها

☑ استخدام أدوات المعمل – الملاحظة – الاستنتاج.

المواد والأدوات المستخدمة

☑ 50 g من النشا – 2 كأس زجاجية سعة 500 mL – ماء مقطر – لهب بنزن – ساق زجاجية.

☑ كأس زجاجية - أنبوبة اختبار – مخبار مدرج 50 mL – قطارة – ماء مقطر – لهب بنزن – ساق زجاجية – محلول نترات الرصاص 1 M – محلول كرومات البوتاسيوم 1 M – زيت بذرة كتان خام – جفنة تبخير – هاون – يد هاون – فرشاة لطلاء الدهان – قطعة من الخشب.

خطوات إجراء النشاط :

أولًا : تحضير النشا :

- ضع 50 g من النشا فى قليل من الماء البارد فى الكأس الأول ، رج الكأس جيدًا حتى تتكون عجينه سائلة.
- ضع 100 mL من الماء المقطر فى الكأس الثانية ، ثم أضف العجينة السائلة إلى الماء مع التسخين التدريجى والتقليب. لاحظ ما يحدث.

الملاحظة : ....

....

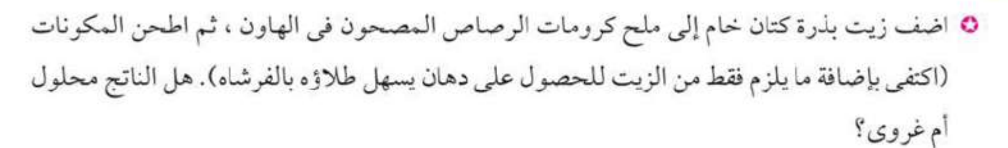
ثانيًا : تحضير الدهانات :

- ضع 50 mL من محلول نترات الرصاص 1 M فى كأس زجاجية سعة 500 mL ، وأضف إليه مع التقليب الشديد حجمًا مماثلًا من محلول كرومات البوتاسيوم.
- لاحظ لون الراسب المتكون من كرومات الرصاص.

الملاحظة : ....

....

- اغسل الراسب الناتج بالماء المقطر بطريقة الترويق ، وكرر الغسيل عدة مرات.
- انقل الراسب إلى جفنة تبخير ، وتخلص من الرطوبة الزائدة بلطف بالتسخين الهادئ البطىء.
- بعد تجفيف كرومات الرصاص ضعها فى هاون ، واستخدم يد الهاون فى طحنها حتى تتحول إلى مسحوق ناعم.

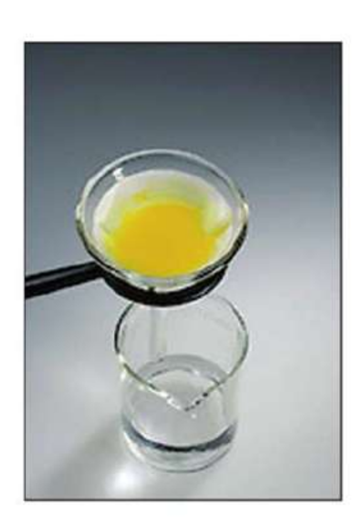


- اضف زيت بذرة كتان خام إلى ملح كرومات الرصاص المصحون فى الهاون ، ثم اطحن المكونات (اكتفى بإضافة ما يلزم فقط من الزيت للحصول على دهان يسهل طلاؤه بالفرشاه). هل الناتج محلول أم غروى؟

....

- قم بطلاء قطعة من الخشب بطبقة من دهان كرومات الرصاص التى قمت بتحضيرها ، واتركها تجف فى الهواء.









أسئلة تقويمية

أولًا : اختر الإجابة الصحيحة :

(١) الهواء الجوى يمثل محلولًا غازيًا من النوع ....

أ. غاز فى غاز — ب. غاز فى سائل

جـ. سائل فى غاز — د. صلب فى غاز

(٢) الماء مذيب قطبى بسبب فرق السالبية بين الأكسجين والهيدروجين والزاوية بين الروابط والتى قيمتها حوالى ....

أ. $104.5°$ — ب. $105.4°$

جـ. $90°$ — د. $140.5°$

(٣) من أمثلة الإلكتروليتات القوية ....

أ. $H_2O_{(\ell)}$ — ب. البنزين

جـ. $HCl_{(g)}$ — د. $HCl_{(aq)}$

(٤) الوحدة المستخدمة فى التعبير عن التركيز المولالى لمحلول ما هى ....

أ. mol / L — ب. g / eq.L

جـ. g / L — د. mol / kg

ثانيًا : ما المقصود بكل من ؟

(١) الذوبانية.

....

(٢) المحلول المشبع.

....

(٣) درجة الغليان المقاسة.

....





ثالثًا : فكر واستنتج سببًا واحدًا على الأقل لكل مما يأتى :

(١) عدم وجود بروتون حر فى المحاليل المائية للأحماض.

....

(٢) جزيئات الماء على درجة عالية من القطبية.

....

(٣) ارتفاع درجة غليان محلول كربونات الصوديوم عن محلول كلوريد الصوديوم رغم ثبات كتلة كل من المذاب والمذيب فى كلا المحلولين.

....

(٤) ينتج عن ذوبان السكر فى الماء محلولًا بينما ذوبان اللبن المجفف فى الماء ينتج عنه غروى.

....

رابعًا : حل المسائل التالية :

(١) عند اضافة 10 g من السكروز إلى كمية من الماء كتلته 240 g . احسب النسبة المئوية الكتلية (m/m) للسكروز فى المحلول.

....

(٢) اضف 25 mL ايثانول إلى كمية من الماء ، ثم اكمل المحلول إلى 50 mL . احسب النسبة المئوية الحجمية (V/V) للايثانول فى المحلول.

....

(٣) احسب التركيز المولارى لمحلول حجمه 200 mL من هيدروكسيد الصوديوم . إذا علمت أن كتلة هيدروكسيد الصوديوم المذابة فيه 20 g.

....

(٤) احسب التركيز المولالى للمحلول المحضر بإذابة 53 g كربونات صوديوم فى 400 g من الماء.

....

خامسًا : حدد نوع النظام الغروى فى كل تطبيق مما يلى :

(١) مستحلب الزيت والخل. ....

(٢) التراب فى الهواء. ....

الفصل الثانى : الأحماض والقواعد




نشاط معملى : التمييز بين المحاليل الحمضية والقاعدية

الأمان والسلامة






الهدف من النشاط

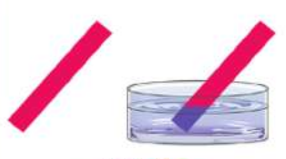
☑ التعرف على الأدلة واستخداماتها.
☑ التمييز بين محلول حمضى وآخر قاعدى باستخدام الدليل المناسب.

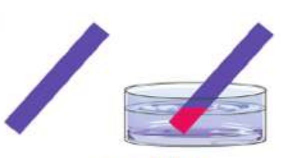
المهارات المرجو اكتسابها

☑ استخدام الأدوات – الملاحظة – الاستنتاج – المقارنة.

المواد والأدوات المستخدمة

☑ حمض هيدروكلوريك – حمض أسيتيك – محلول هيدروكسيد صوديوم – محلول كربونات صوديوم أو بيكربونات صوديوم – ورق عباد شمس أحمر وأزرق – فينولفثالين – ميثيل برتقالى – انابيب اختبار – مقياس pH رقمى .


محلول قاعدى


محلول حمضى

خطوات إجراء النشاط :

- كون محلولًا 0.1 M من كل مادة من المواد التالية ، بحيث يكون كل محلول فى أنبوبة اختبار مستقلة مسجلًا عليها اسم المحلول (حمض هيدروكلوريك – حمض أسيتيك – هيدروكسيد صوديوم – بيكربونات صوديوم) .
- ضع ورقتى عباد الشمس ، إحداهما حمراء والأخرى زرقاء داخل كل محلول من المحاليل السابقة.
- ماذا تلاحظ على لون ورقتى عباد الشمس ؟

الملاحظة : ....

....

- ضع قطرة من محلول الفينولفثالين فى عينة من كل محلول. ماذا تلاحظ ؟

الملاحظة : ....

....

- كرر العمل السابق مع استبدال الفينولفثالين بالميثيل البرتقالى.
- صنف المحاليل السابقة إلى محاليل حمضية وأخرى قاعدية.
- استخدم مقياس pH رقمى فى قياس قيمة الرقم الهيدروجينى لكل محلول ، ثم رتب هذه المحاليل حسب قيمة pH .
- حدد أقوى المحاليل الحمضية وأضعف المحاليل القاعدية.

الاستنتاج : ....

....





نشاط معملى : الخواص الكيميائية للأحماض



الأمان والسلامة







الهدف من النشاط

☑ التعرف أن عند تفاعل الأحماض مع الخارصين ينتج غاز الهيدروجين.

☑ التعرف أن عند تفاعل الأحماض مع ملح كربونات صوديوم ينتج غاز ثانى أكسيد الكربون الذى يعكر ماء الجير الرائق.

المهارات المرجو اكتسابها

☑ استخدام الأدوات – التنبؤ – الملاحظة – الاستنتاج.

المواد والأدوات المستخدمة

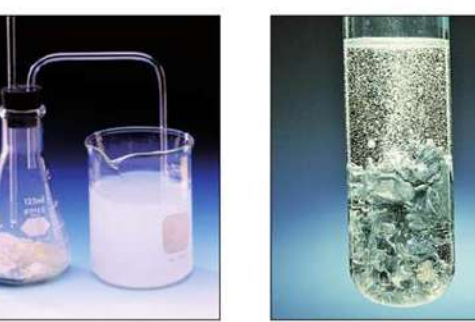
☑ حمض هيدروكلوريك مخفف – أنابيب اختبار – مسحوق خارصين – ثقاب – ملح كربونات صوديوم – ماء جير رائق – حمض كبريتيك مخفف.

خطوات إجراء النشاط :

- ضع قليلًا من حمض الهيدروكلوريك المخفف فى أنبوبة اختبار.
- أضف قليلًا من مسحوق الخارصين إلى حمض الهيدروكلوريك.
  ماذا تلاحظ ؟
  الملاحظة : ....
- قرب شظية مشتعلة إلى فوهة الأنبوبة. ماذا تلاحظ ؟
  الملاحظة : ....
- ضع قليلًا من حمض الهيدروكلوريك على ملح كربونات الصوديوم ، ثم مرر الغاز المتصاعد داخل كأس تحتوى على ماء جير رائق. ماذا تلاحظ على ماء الجير ؟
  الملاحظة : ....
- كرر التجربة باستخدام حمض كبريتيك مخفف بدلًا من حمض الهيدروكلوريك.

الاستنتاج :

- ما اسم الغاز المتصاعد فى حالة الخارصين ؟ ....
- ما اسم الغاز المتصاعد فى حالة ملح الكربونات ؟ ....
- عبِّر عن التفاعلات السابقة بمعادلات رمزية موزونة.



تفاعل الخارصين مع HCl



غاز CO_2 يعكر ماء الجير





نشاط معملى : معايرة الحمض والقاعدة

الأمان والسلامة






الهدف من النشاط

- ☑ التعرف على الأدوات التى تستخدمها لقياس ونقل الحجم المحدد من المحاليل المطلوبة.
- ☑ التعرف على وظيفة كاشف الفينولفثالين فى التجربة.
- ☑ استخدام الرقم الهيدروجينى فى معرفة نوع المحاليل من حيث الصفة الحمضية أو القاعدية.

المهارات المرجو اكتسابها

- ☑ استخدام الأدوات – التنبؤ – الملاحظة – الاستنتاج.

المواد والأدوات المستخدمة

- ☑ 50 mL محلول HCl غير معلوم التركيز – 100 mL محلول NaOH بتركيز 0.1 M – دورق مخروطى حجم 100 mL – عدد 3 دورق حجم 100 mL – قمع – سحاحة مع حامل – كاشف فينولفثالين – ماصة حجمية سعة 10 mL – مقياس pH .



خطوات إجراء النشاط :

- عين قيمة الرقم الهيدروجينى لكل من HCl ، NaOH .
- املأ السحاحة بمحلول HCl .
- انقل 10 mL من محلول NaOH بواسطة الماصة إلى الدورق المخروطى. ثم أضف قطرات من كاشف الفينولفثالين. وضعه أسفل السحاحة. ثم ضع ورقة بيضاء أسفل الدورق. ما الهدف منها ؟

....

- ابدأ المعايرة ، وذلك بإضافة (HCl) قطرة قطرة من السحاحة مع تحريك الدورق برفق.
- لماذا يجب تحريك محلول NaOH أثناء عملية المعايرة ؟

....

- حدد وسجل حجم HCl التقريبى اللازم للوصول إلى نقطة التعادل، والتى عندها يبدأ اختفاء اللون الوردى من المحلول ، ثم عين قيمة pH للمحلول الناتج.
- أعد عملية المعايرة ثلاث مرات بدقة متناهية ، ثم خذ المتوسط الحسابى لهذه المعايرات الثلاثة. لماذا تكرر عمليات المعايرة ؟

....

- إذا كانت قيمة pH للمحلول الناتج أقل من 7 فهل تكون عملية المعايرة صحيحة أم لا ؟ ....
- ما هى الخطوات التى يجب اتباعها لإتمام عملية المعايرة فى حالة اختلاف قيمة pH عن 7 .

....



أسئلة تقويمية

أولًا : اختر الإجابة الصحيحة :

(١) حمض الفوسفوريك H_3PO_4 من الأحماض ....

أ. أحادية البروتون		ب. ثنائية البروتون

جـ. ثلاثية البروتون		د. عديد البروتون

(٢) الرقم الهيدروجينى pH لمحلول حمضى ....

أ. 7		ب. 5

جـ. 9		د. 14

(٣) فى تفاعل الأمونيا مع حمض الهيدروكلوريك يعتبر أيون الأمونيوم $(NH_4)^+$ ....

أ. حمض مرافق		ب. قاعدة

جـ. قاعدة مرافقة		د. حمض

(٤) أحد الأحماض التالية يعتبر حمض قوى ....

أ. حمض الأسيتيك		ب. حمض الكربونيك

جـ. حمض النيتريك		د. حمض الستريك

(٥) قيمة pH التى يكون عندها لون الفينولفثالين أحمر وردى ....

أ. 2		ب. 4

جـ. 6		د. 9

(٦) الحمض المرافق لـ HSO_4^- هو ....

أ. HSO_4^+		ب. SO_4^{2-}

جـ. H_2SO_4		د. H^+

ثانيًا : اكتب المصطلح العلمى :

(١) المادة التى تحتوى على الهيدروجين ، والتى تولد الهيدروجين عند تفاعلها مع المعادن. ....

(٢) مواد كيميائية يتغير لونها بتغيير نوع الوسط. ....

(٣) أسلوب للتعبير عن درجة الحموضة والقلوية بأرقام من صفر إلى 14. ....

(٤) مادة لها قابلية لاكتساب (استقبال) بروتون. ....

(٥) مادة لها القدرة على منح بروتون. ....

ثالثًا : فكر واستنتج سببًا واحدًا على الأقل لكل مما يأتي :

(١) يعتبر النشادر قاعدة رغم عدم احتوائه على مجموعة هيدروكسيد (OH^-) فى تركيبه.

....

(٢) حمض الهيدروكلوريك قوى بينما حمض الاسيتيك ضعيف.

....

(٣) الرقم الهيدروجينى pH لمحلول كلوريد الأمونيوم أقل من 7.

....

(٤) حمض الكبريتيك له نوعين من الأملاح.

....

رابعًا : اجب عن الأسئلة التالية :

(١) قارن بين تعريف الحمض والقاعدة فى كل من نظرية أرهينيوس ونظرية برونشتد – لورى ، مع ذكر أمثلة والمعادلات المعبرة عن ذلك.

....

(٢) حدد الشق الحمضى والشق القاعدى للأملاح التالية :

نترات بوتاسيوم – أسيتات صوديوم – كبريتات نحاس – فوسفات أمونيوم.

....

(٣) استخدم الشقوق التالية فى تكوين أملاح ، ثم اكتب أسماء هذه الأملاح :

$NH_4^+ - Ca^{2+} - Ba^{2+} - Cl^- - SO_4^{2-} - NO_3^-$

....

أسئلة مراجعة الباب الثالث

أولًا : اختر الإجابة الصحيحة :

(١) فى الوسط المتعادل يكون الدليل الذى له لون بنفسجى هو ....

أ. عباد الشمس ب. الفينولفثالين

جـ. الميثيل البرتقالى د. أزرق بروموثيمول

(٢) الرقم الهيدروجينى pH لمحلول قاعدى ....

أ. 7 ب. 5

جـ. 2 د. 8

(٣) تتفاعل الأحماض مع أملاح الكربونات والبيكربونات ويتصاعد غاز ....

أ. الهيدروجين ب. الأكسجين

جـ. ثانى أكسيد الكربون د. ثانى أكسيد الكبريت

(٤) عند إذابة 20 g هيدروكسيد صوديوم فى كمية من الماء ثم اكمل المحلول حتى 250 mL يكون التركيز .... [Na = 23 , O = 16 , H = 1]

أ. 1 M ب. 0.5 M

جـ. 2 M د. 0.25 M

(٥) الأحماض التالية جميعها قوية ما عدا ....

أ. HBr ب. H_2CO_3

جـ. $HClO_4$ د. HNO_3

(٦) أى الأملاح الآتية يكون محلولًا قلوى التأثير على عباد الشمس؟ ....

أ. NH_4Cl ب. K_2CO_3

جـ. $NaNO_3$ د. KCl

(٧) اذا أذيب 1 mol من كل من المواد التالية فى 1 L من الماء فأى منها يكون له الأثر الأكبر فى الضغط البخارى لمحلولها؟ ....

أ. KBr ب. $C_6H_{12}O_6$

جـ. $MgCl_2$ د. $CaSO_4$

العصرية للطباعة



ثانيًا : صوب ما تحته خط في العبارات الآتية :

١ يتغير لون دليل الفينولفثالين إلى اللون الأحمر عند وضعه فى الوسط المتعادل. ....

٢ يعتبر حمض الكربونيك H_2CO_3 حمض ثلاثى البروتون. ....

٣ يعتبر حمض الستريك من الأحماض ثنائية البروتون. ....

٤ الحمض طبقًا لتعريف أرهينيوس هو المادة التى تذوب فى الماء لينتج أيون OH^-. ....

٥ تعتبر المحاليل ذات الرقم الهيدروجينى أعلى من 7 أحماض. ....

٦ تتفاعل الأحماض المخففة مع الفلزات النشطة وينتج غاز الأكسجين. ....

٧ التركيز المولالى للمحلول الذى يحتوى على 0.5 M من المذاب فى 500 g من المذيب هو 2 mol / kg . ...

ثالثًا : اكتب المصطلح العلمي :

١ المادة التى تذوب فى الماء لينطلق أيون الهيدروجين الموجب. ....

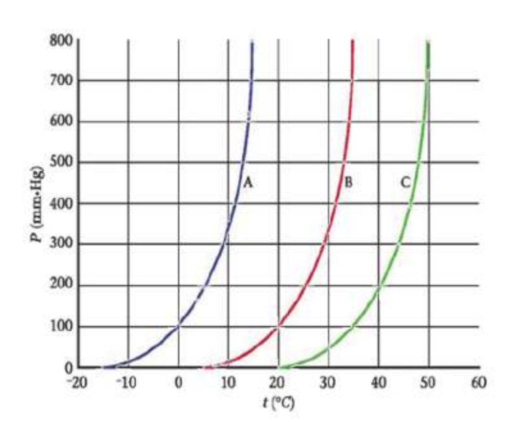
٢ حمض ضعيف أو قاعدة ضعيفة يتغير لونها بتغير قيمة pH للمحلول. ....

٣ المادة التى تنتج بعد أن يفقد الحمض بروتونًا. ....

٤ عدد مولات المذاب فى كيلو جرام من المذيب. ....

٥ كتلة المذاب فى 100 g من المذيب عند درجة حرارة معينة. ....

رابعًا : ادرس الشكل البيانى الذى أمامك الذى يوضح التغير فى الضغط البخارى لثلاث محاليل مختلفة مع درجة الحرارة ، ثم أجب عما يلى :



أ. أى المحاليل يغلى عند 15°C علمًا بأن الضغط الجوى (760 mm.Hg). ....

ب. ما درجة غليان السائل B فى الظروف العادية؟ ....

جـ. رتب المحاليل حسب التركيز.

....



الباب الرابع



في نهايةِ هذا الباب يُصبح الطالب قادرًا على أن :

- يتعرف المعادلة الكيميائية الحرارية.
- يتعرف التفاعلات الطاردة والتفاعلات الماصة للحرارة.
- يميز بين النظام والوسط المحيط.
- يقارن بين أنواع الأنظمة المختلفة (المفتوح - المغلق - المعزول).
- يتعرف القانون الأول للديناميكا الحرارية.
- يستنتج أن درجة الحرارة مقياس لمتوسط الطاقات الحركية لجزيئات النظام.
- يوضح العلاقة بين طاقة النظام وحركة جزيئاته.
- يتعرف الإنثالبي (المحتوى الحرارى) المولارى.
- يطبق العلاقة التى تربط الحرارة النوعية والتغير الحرارى.
- يحسب الحرارة الممتصة أو المنطلقة من النظام.
- يحقق قانون هس للجمع الحرارى.

فصول الباب الرابع :



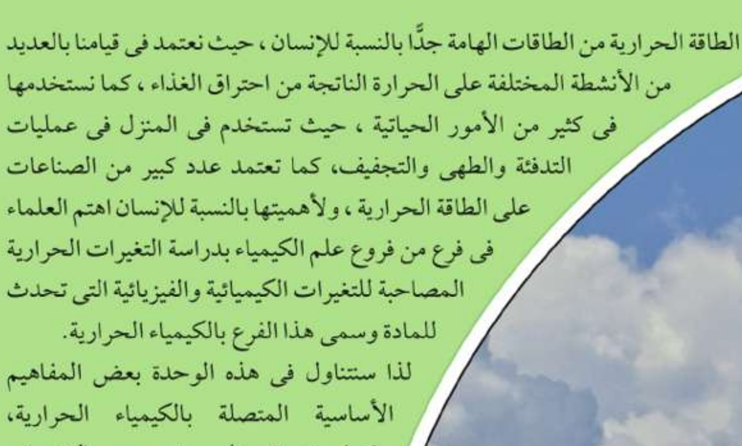
① المحتوى الحرارى



② صور التغير فى المحتوى الحرارى

القضايا المتضمنة : مشكلة الطاقة

العصرية للطباعة



الطاقة الحرارية من الطاقات الهامة جدًّا بالنسبة للإنسان ، حيث نعتمد فى قيامنا بالعديد من الأنشطة المختلفة على الحرارة الناتجة من احتراق الغذاء ، كما نستخدمها فى كثير من الأمور الحياتية ، حيث تستخدم فى المنزل فى عمليات التدفئة والطهى والتجفيف، كما تعتمد عدد كبير من الصناعات على الطاقة الحرارية ، ولأهميتها بالنسبة للإنسان اهتم العلماء فى فرع من فروع علم الكيمياء بدراسة التغيرات الحرارية المصاحبة للتغيرات الكيميائية والفيزيائية التى تحدث للمادة وسمى هذا الفرع بالكيمياء الحرارية.

لذا سنتناول فى هذه الوحدة بعض المفاهيم الأساسية المتصلة بالكيمياء الحرارية، كما سنتعرف على بعض صور التغير فى المحتوى الحرارى ، وكيفية حساب التغير فى المحتوى الحرارى ببعض الطرق ، واستخدام المسعر الحرارى فى قياس التغيرات الحرارية المصاحبة للتغيرات الكيميائية والفيزيائية.

الكيمياء الحرارية

Thermochemistry

المصطلحاتُ الأساسيّةُ

- الكيمياء الحرارية ... Thermochemistry
- النظام ... System
- الوسط المحيط ... Surrounding
- النظام المعزول ... Isolated System
- النظام المفتوح ... Openend System
- النظام المغلق ... Closed System
- الحرارة النوعية ... Specific Heat
- المحتوى الحرارى ... Heat Content
- حرارة الذوبان ... Heat of Solution
- حرارة التخفيف ... Heat of dilution
- حرارة التكوين ... Heat of formation
- حرارة الاحتراق ... Heat of combustion
- قانون هس ... Hess's Law
- طاقة الرابطة ... Bond Energy





الفصل الأول : المحتوى الحرارى

Heat Content

نواتج التعلم

في نهاية هذا الفصل يصبح الطالب قادرًا على أن:

- يميز بين النظام والوسط المحيط.
- يقارن بين أنواع الأنظمة المختلفة (المفتوح - المغلق - المعزول).
- يتعرف القانون الأول للديناميكا الحرارية.
- يتعرف المعادلة الكيميائية الحرارية.
- يتعرف التفاعلات الطاردة والتفاعلات الماصة للحرارة.
- يوضح العلاقة بين طاقة النظام وحركة جزيئاته.
- يستنتج أن درجة الحرارة مقياس لمتوسط الطاقات الحركية لجزيئات النظام.
- يتعرف الإنثالبى (المحتوى الحرارى) المولارى.
- يطبق العلاقة التى تربط الحرارة النوعية والتغير الحرارى.

المفاهيم الأساسية فى الكيمياء الحرارية:

جميع التغيرات الكيميائية والفيزيائية تصاحبها تغيرات فى الطاقة، والطاقة مهمة جدًّا لجميع الكائنات الحية ، حيث لا نستطيع الحركة أو القيام بالأنشطة المختلفة سواء كانت ذهنية أو عضلية دون الحاجة إلى الطاقة الناتجة من احتراق السكريات داخل أجسامنا. والعلم الذى يهتم بدراسة الطاقة وكيفية انتقالها يسمى علم الديناميكا الحرارية ، وقد اهتم العلماء بفرع من فروع الديناميكا الحرارية يتم فيه دراسة التغيرات الحرارية المصاحبة للتفاعلات الكيميائية والتغيرات الفيزيائية ويطلق عليه اسم (الكيمياء الحرارية) . Thermochemistry

قانون بقاء الطاقة :

تتعدد صور الطاقة ، فمنها الطاقة الكيميائية والحرارية والضوئية والكهربية والحركية ، ولكن من خلال تصنيف الطاقة إلى صور مختلفة يمكنك أن تتصور أن كل صورة مستقلة بذاتها عن باقى الصور، ولكن يوجد علاقة بين جميع صور الطاقة ، حيث تتحول الطاقة من صورة إلى أخرى ، وهذا يقودنا إلى نص قانون بقاء الطاقة.

> قانون بقاء الطاقة : الطاقة فى أى تحول كيميائى أو فيزيائى لا تفنى ولا تنشأ من العدم ، بل تتحول من صورة إلى أخرى

ولكن ما علاقة التفاعل الكيميائى بالطاقة؟

العصرية للطباعة

معظم التفاعلات الكيميائية تكون مصحوبة بتغيرات فى الطاقة ، حيث أن أغلب التفاعلات الكيميائية إما أن ينطلق منها طاقة أو تمتص طاقة ، ويحدث تبادل للطاقة بين وسط التفاعل والوسط الذى يحيط به ، حيث يسمى وسط التفاعل بالنظام والوسط الذى يحيط به يُعرف بالوسط المحيط .

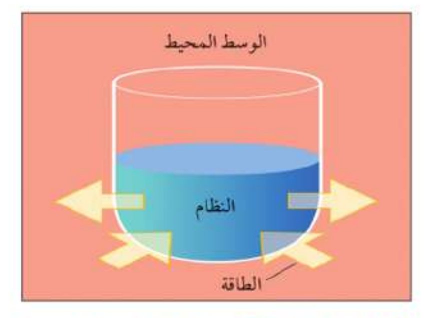
✓ **النظام (System) : هو جزء من الكون الذى يحدث فيه التغير الكيميائى أو الفيزيائى أو هو الجزء المحدد من المادة الذى توجه إليه الدراسة .**

✓ **الوسط المحيط (Surrounding) : هو الجزء الذى يحيط بالنظام ويتبادل معه الطاقة فى شكل حرارة أو شغل .**

فى حالة التفاعلات الكيميائية يعبر النظام عن المتفاعلات والنواتج وحدود النظام تكون الكأس أو الدورق أو أنبوب الاختبار الذى يحدث به التفاعل ، بينما الوسط المحيط يكون أى شيء محيط بالتفاعل.

أنواع الأنظمة Types of systems :

- النظام المعزول (Isolated System) وهو الذى لا يسمح بانتقال أى من الطاقة أوالمادة بين النظام والوسط المحيط.
- النظام المفتوح (Openend System) وهو النظام الذى يسمح بتبادل كل من المادة والطاقة بين النظام والوسط المحيط .
- النظام المغلق (Closed System) وهو الذى يسمح بتبادل الطاقة فقط بين النظام والوسط المحيط على صورة حرارة أو شغل .



▲ شكل (١) العلاقة بين النظام والوسط المحيط



▲ شكل (٢) أنواع الأنظمة

القانون الأول للديناميكا الحرارية First law of Thermodynamic :

أى تغير فى طاقة النظام يكون مصحوبًا بتغير مماثل فى طاقة الوسط المحيط ، ولكن بإشارة مخالفة حتى تظل الطاقة الكلية مقدارًا ثابتًا.

$$\Delta E_{system} = -\Delta E_{surrounding}$$

القانون الأول للديناميكا الحرارية (First law of Thermodynamic) : الطاقة الكلية لأى نظام معزول تظل ثابتة ، حتى لو تغير النظام من صورة إلى أخرى.



الحرارة ودرجة الحرارة Heat and Temperature :

يتوقف انتقال الحرارة من موضع لآخر على الفرق فى درجة الحرارة بين الموضعين ، فما المقصود بدرجة الحرارة ؟ وما العلاقة بين درجة حرارة النظام وحركة جزيئاته؟

> درجة الحرارة (Temperature) : مقياس لمتوسط طاقة حركة جزيئات المادة ، يستدل منه على حالة الجسم من حيث السخونة أو البرودة.

جزيئات وذرات المواد دائمة الحركة والاهتزاز ؛ ولكنها متفاوتة السرعة فى المادة الواحدة ، ويتكون النظام من مجموعة من الجزيئات المتفاعلة مع بعضها البعض. لذا كلما زاد متوسط حركة الجزيئات أدى ذلك لزيادة درجة الحرارة.

وتعتبر الحرارة Heat شكلًا من أشكال الطاقة ... ويمكن أن ينظر إليها على أنها طاقة فى حالة انتقال بين جسمَين مختلفَين فى درجة حرارتهما.

وكلما اكتسب النظام طاقة حرارية ازداد متوسط سرعة حركة الجزيئات ، والتى تُعبر عن الطاقة الحركية Kinetic energy للجزيئات ؛ مما يؤدى لارتفاع درجة حرارة النظام ، والعكس صحيح.

أى أن العلاقة طردية بين طاقة النظام وحركة جزيئاته .

وحدات قياس كمية الحرارة :

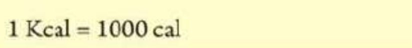
السعر calorie :

يعرف بأنه كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 1 g من الماء النقى 1°C (15°C : 16°C).

الجول Joule :

ويعرف بأنه كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 1 g من الماء بمقدار $\frac{1}{4.18}$ °C

$$1\ cal = 4.18\ J$$





> تستخدم وحدة السعر الحرارى Calorie عند حساب كمية الحرارة التى يتم الحصول عليها من الغذاء ، حيث يعتمد مستوى استهلاكك للسعرات الحرارية على مستوى نشاطك ، ففى يوم تقضيه فى الأعمال المكتبية تستهلك 800 سعرًا حراريًا (Calorie)، بينما يستهلك عداء الماراثون 1800 سعرًا حراريًا لإنهاء السباق.
>
> 1 Kcal = 1000 cal

الحرارة النوعية Specific Heat :

> الحرارة النوعية : هى كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من المادة درجة واحدة مئوية



الوحدة المستخدمة فى قياس الحرارة النوعية هى $J/g°C$. وتختلف الحرارة النوعية باختلاف نوع المادة ، والمادة التى لها حرارة نوعية كبيرة تحتاج إلى كمية كبيرة من الحرارة حتى ترتفع درجة حرارتها ويستغرق فى ذلك مدة طويلة كما تستغرق وقتًا طويلًا حتى تفقد هذه الطاقة مرة أخرى ، بعكس المادة التى لها حرارة نوعية صغيرة .

المادة	الألومنيوم	الكربون	النحاس	الحديد	الماء (سائل)	الماء (الغاز)
الحرارة النوعية $J/g°C$	0.9	0.711	0.385	0.444	4.18	2.01

▲ جدول (١) الحرارة النوعية لبعض المواد

حساب كمية الحرارة :

يمكن حساب كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة من النظام عن طريق استخدام القانون التالى:

$$q_p = m.\ c.\ \Delta T$$

حيث إن q_p تعبر عن كمية الحرارة المقاسة عند ضغط ثابت ، m الكتلة ، c الحرارة النوعية ، ΔT فرق درجات الحرارة وتحسب من العلاقة $(\Delta T = T_2 - T_1)$ ، حيث T_1 الحرارة الابتدائية ، بينما T_2 الحرارة النهائية.

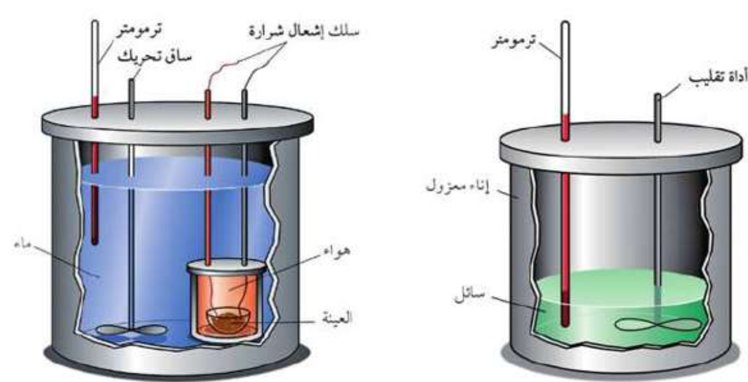
المسعر الحرارى :

يوفر المسعر نظامًا معزولًا يمكننا من قياس التغير فى درجة حرارة النظام المعزول ، حيث يمنع فقد أو اكتساب أى قدر من الطاقة أو المادة مع الوسط المحيط ، وكذلك يمكننا من استخدام كمية معينة من المادة التى يتم معها التبادل الحرارى ، والتى تكون فى الغالب الماء ، وذلك بسبب ارتفاع حرارته النوعية مما يسمح له باكتساب وفقد كمية كبيرة من الطاقة ، ويتم حساب التغير فى درجة الحرارة عن طريق حساب الفرق بين درجة الحرارة النهائية والابتدائية ΔT.

ويوجد نوع آخر من المسعرات يسمى مسعر القنبلة (Bomb Calorimeter) يستخدم فى قياس حرارة احتراق بعض المواد ، حيث يجرى التفاعل باستخدام كميات معلومة من المادة المراد حرقها فى وفرة من الأكسجين تحت ضغط جوى ثابت ، والتى تكون موضوعة فى وعاء معزول من الصلب يسمى بوعاء الاحتراق ، ويتم إشعال المادة باستخدام سلك كهربى ، وتحاط غرفة الاحتراق بكمية معلومة من الماء.

مكونات المسعر الحرارى :

يتكون المسعر الحرارى من إناء معزول وترمومتر وأداة للتقليب ويوضع بداخله سائل غالبًا ما يكون ماء.



▲ شكل (٣) المسعر الحرارى

فكر واستنتج

هل الحرارة النوعية ثابتة للمادة الواحدة حتى باختلاف كمية المادة أو الحالة الفيزيائية لها ؟

مثال:

عند إذابة مول من نترات الأمونيوم فى كمية من الماء ، وأكمل حجم المحلول إلى 100 ml من الماء انخفضت درجة الحرارة من 25°C إلى 17°C احسب كمية الحرارة المصاحبة لعملية الذوبان.

الحل:

فى المحاليل المخففة يتم حساب كتلة الملليلتر من الماء على أنها تساوى واحد جرام باعتبار أن كثافة الماء = 1 g / ml .

$$q = m . c . \Delta T$$

$$q = 100 \times 4.18 \times (17 - 25) = -3344 \text{ J}$$

$$q = -3.344 \text{ kJ/mol}$$

المحتوى الحرارى Heat Content

كل مادة كيميائية تختلف فى عدد ونوع الذرات الداخلة فى تركيبها ، كما تختلف فى نوع الترابط الموجود بين ذراتها عن غيرها من المواد ، ومن ثم فإن كل مادة بها قدر محدد من الطاقة يطلق عليه الطاقة الداخلية Internal Energy وهذا القدر من الطاقة هو محصلة عدة أنواع من الطاقة مختزنة داخل المادة.



- **الطاقة الكيميائية المختزنة فى الذرة** : وتتمثل فى طاقة الإلكترونات فى مستويات الطاقة ، والتى هى محصلة طاقة الحركة وطاقة الوضع للإلكترون فى مستوى الطاقة.
- **الطاقة الكيميائية المختزنة فى الجزيء** : تتواجد الطاقة الكيميائية فى الجزيء فى الروابط الكيميائية التى تربط بين ذراته سواء كانت روابط تساهمية أو روابط أيونية.
- **قوى الربط بين الجزيئات** : تعرف قوى الجذب بين جزيئات المادة بقوى جذب فاندرفال وهى عبارة عن طاقة وضع ، كما توجد قوى أخرى بين الجزيئات مثل الروابط الهيدروجينية ، وتعتمد هذه القوى على طبيعة الجزيئات ومدى قطبيتها .

مما سبق يتضح أن :

المادة تختزن قدرًا من الطاقة ، تنتج من طاقة الإلكترونات فى مستويات الطاقة فى الذرة ، وطاقة الروابط الكيميائية ، وطاقة التجاذب بين الجزيئات المكونة لها ، ويطلق على مجموع تلك الطاقات الموجود فى مول من المادة بالمحتوى الحرارى للمادة أو الإنثالبى المولارى.

المحتوى الحرارى للمادة (H) (الإنثالبى المولارى) : مجموع الطاقات المختزنة فى مول واحد من المادة.

ونظرًا لاختلاف جزيئات المواد فى نوع الذرات أو عددها أو أنواع الروابط فيها ، فإنه من الطبيعى أن يختلف المحتوى الحرارى للمواد المختلفة ، ومن غير الممكن عمليًا قياس المحتوى الحرارى أو الطاقة المختزنة فى مادة معينة ، ولكن ما يمكننا قياسه هو التغير الحادث للمحتوى الحرارى أثناء التغيرات المختلفة التى تطرأ على المادة.

التغير فى المحتوى الحرارى (ΔH) : هو الفرق بين مجموع المحتوى الحرارى للمواد الناتجة ومجموع المحتوى الحرارى للمواد المتفاعلة.

أى أن :

التغير فى المحتوى الحرارى = المحتوى الحرارى للنواتج – المحتوى الحرارى للمتفاعلات

$$\Delta H = H_{products} - H_{reactants}$$

التغير فى المحتوى الحرارى القياسى ΔH° :

اتفق العلماء على أن يتم مقارنة قيم ΔH للتفاعلات المختلفة تحت ظروف قياسية واحدة وهى :

- ضغط يعادل الضغط الجوى 1 atm .
- درجة حرارة الغرفة 25°C .
- تركيز المحلول 1 M .

اعتبر العلماء أن المحتوى الحرارى للعنصر = صفر.

إذا كانت Δq_p كمية الحرارة ، n عدد المولات فإن $\Delta H^\circ = \frac{\Delta q_p}{n}$





ويمكن تقسيم التغيرات الحرارية المصاحبة للتفاعلات الكيميائية إلى نوعين :

أولاً : التفاعلات الطاردة للحرارة Exthothermic Reaction :

هى التفاعلات التى ينطلق منها حرارة كأحد نواتج التفاعل إلى الوسط المحيط فترتفع درجة حرارته.

ومن أمثلتها تفاعل غاز الهيدروجين مع غاز الأكسجين لتكوين الماء ، حيث يتفاعل 1 mol من غاز الهيدروجين (H_2) مع $\frac{1}{2}$ mol من غاز الأكسجين (O_2) ليتكون 1 mol من الماء (H_2O) وينطلق 285.8 kJ/mol من الحرارة ، كما بالمعادلة التالية :

$$H_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(\ell)} + 285.8 \text{ kJ/mol}$$

من المعادلة السابقة نتوصل إلى ما يلى :

- تنتقل الحرارة من النظام إلى الوسط المحيط ، مما يؤدى إلى نقص درجة حرارة النظام وارتفاع درجة حرارة الوسط المحيط.
- مجموع المحتويات الحرارية للمواد الناتجة أقل من مجموع المحتويات الحرارية للمواد المتفاعلة ، وطبقاً لقانون بقاء الطاقة فإن التفاعل سوف ينتج عنه قدرًا من الحرارة لتعويض النقص فى حرارة النواتج.
- يتم التعبير عن التغير فى المحتوى الحرارى (ΔH°) بإشارة سالبة.

ثانياً : التفاعلات الماصة للحرارة Endothermic Reaction :

هى التفاعلات التى يتم فيها امتصاص حرارة من الوسط المحيط مما يؤدى إلى انخفاض درجة حرارته.

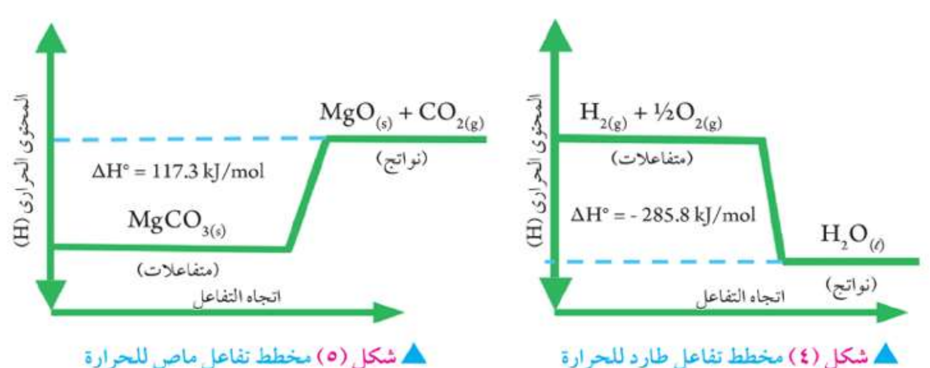
ومن أمثلة التفاعلات الماصة للحرارة تفاعل تفكك كربونات الماغنسيوم ($MgCO_3$) إلى أكسيد الماغنسيوم (MgO) وثانى أكسيد الكربون (CO_2) ، حيث يحتاج كل 1 mol من ($MgCO_3$) إلى امتصاص 117.3 kJ/mol من الطاقة ليتفكك ويعطى 1 mol من (MgO) و 1 mol من (CO_2) ، كما بالمعادلة التالية :

$$MgCO_{3(s)} + 117.3 \text{ kJ/mol} \longrightarrow MgO_{(s)} + CO_{2(g)}$$

ومن المعادلة السابقة نتوصل إلى ما يلى:

- تنتقل الحرارة من الوسط المحيط إلى النظام ، فيكتسب النظام طاقة حرارية ويفقد الوسط المحيط طاقة.
- مجموع المحتويات الحرارية للمواد الناتجة أعلى من مجموع المحتويات الحرارية للمواد المتفاعلة ، وطبقًا لقانون بقاء الطاقة فإن التفاعل سوف يمتص قدرًا من الحرارة لتعويض النقص فى حرارة المتفاعلات.
- يتم التعبير عن التغير فى المحتوى الحرارى (ΔH°) بإشارة موجبة.





▲ شكل (٤) مخطط تفاعل طارد للحرارة

▲ شكل (٥) مخطط تفاعل ماص للحرارة

ويمكن توضيح العلاقة بين المحتوى الحرارى للمتفاعلات والنواتج والفرق بينهما ($\Delta H°$) من العلاقة التالية:

$$\Delta H° = H_p - H_r$$

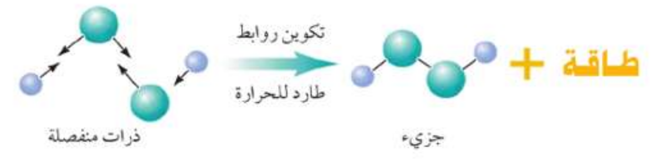
المحتوى الحرارى وطاقة الرابطة :

يحدث كسر للروابط الموجودة فى المواد المتفاعلة لتكوين روابط جديدة فى النواتج ، حيث تختزن الرابطة الكيميائية طاقة وضع كيميائية.

- أثناء كسر الرابطة يتم امتصاص مقدار من الطاقة من الوسط المحيط حتى يتم كسر الرابطة.



- أثناء تكوين الرابطة تنطلق طاقة إلى الوسط المحيط (فتزداد درجة حرارة الوسط المحيط) .



طاقة الرابطة : هى الطاقة اللازمة لكسر الروابط أو الناتجة عن تكوين الروابط فى مول واحد من المادة.

وتختلف طاقة الرابطة الواحدة تبعًا لنوع المركب أو حالته الفيزيائية ؛ لذلك اتفق العلماء على استخدام متوسط طاقة الرابطة بدلًا من طاقة الرابطة ، والجدول (٢) يوضح متوسط الطاقة لبعض الروابط :

الرابطة	متوسط طاقة الرابطة kJ /mol
C — C	346
C = C	610
C ≡ C	835
C — H	413
N — H	389

الرابطة	متوسط طاقة الرابطة kJ /mol
H — H	432
C — O	358
C = O	803
O — H	467
O = O	498

▲ جدول (٢) متوسط الطاقة لبعض الروابط (للإيضاح فقط)

- فى حالة انطلاق طاقة عند تكوين روابط النواتج أكبر من الطاقة اللازمة لكسر روابط المتفاعلات تنطلق طاقة مساوية للفرق بين العمليتين ، ويكون التفاعل طاردًا للحرارة ، وتكون ΔH° سالبة.
- عندما يتم امتصاص طاقة أكبر عند تكسير روابط المتفاعلات ، عما يتم انطلاقه عند تكوين الروابط فى النواتج ، يكون التفاعل ماصًا للحرارة وتكون ΔH° موجبة.

مثال:

احسب حرارة التفاعل التالى ، وحدِّد ما إذا كان التفاعل طاردًا أو ماصًا للحرارة.

$$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$$

علماً بأن طاقة الروابط مقدرة بوحدة kJ /mol كما يلى :

$$(C=O)\ 803\ ,\ (O-H)\ 467\ ,\ (C-H)\ 413\ ,\ (O=O)\ 498$$

الحل:

$$\underset{413\ kJ/mol}{CH_4} + \underset{498\ kJ/mol}{2\,O=O} \longrightarrow \underset{803\ kJ/mol}{O=C=O} + \underset{467\ kJ/mol}{2\,H-O-H}$$

الطاقة اللازمة لكسر روابط المتفاعلات = $[4 \times (C-H)] + [2 \times (O=O)]$

$= [4 \times 413] + [2 \times 498] = 2648\ kJ$

الطاقة الناتجة عن تكوين الروابط فى النواتج = $[2 \times (C=O)] + [2 \times 2\ (O-H)]$

$= [2 \times 803] + [2 \times 2 \times 467] = 3474\ kJ$

$$(\Delta H) = (+2648) + (-3474) = -826\ kJ/mol$$

وبذلك يكون التفاعل طاردًا للحرارة ؛ لأن إشارة (ΔH) سالبة .

المعادلة الكيميائية الحرارية Thermochemical Equation :

لاحظ المعادلة التالية ، ثم استنتج المقصود بالمعادلة الحرارية ، وشروطها؟

$$H_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(g)} + 242\ kJ/mol$$

المعادلة الكيميائية الحرارية : هى معادلة كيميائية رمزية تتضمن التغير الحرارى المصاحب للتفاعل ويمثل فى المعادلة كأحد المتفاعلات أو النواتج.

يشترط فى المعادلة الكيميائية الحرارية ما يلى :

- يجب أن تكون موزونة ، والمعاملات فى المعادلة الكيميائية الحرارية الموزونة تمثل عدد مولات المتفاعلات والنواتج ، ولا تمثل عدد الجزيئات ؛ لذلك يمكن عند الحاجة كتابة هذه المعاملات ككسور وليس بالضرورة أعدادًا صحيحة ، كما بالمثال التالى :

$$H_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(\ell)} + 285.8\ kJ/mol$$

- يجب ذكر الحالة الفيزيائية للمواد الداخلة فى التفاعل والناتجة منه ، ويستخدم لذلك بعض الرموز التى تدل على هذه الحالة مثل : aq ، g ، ℓ ، s ويعود السبب فى ذلك لأن المحتوى الحرارى يتغير بتغير الحالة الفيزيائية للمادة مما يؤثر على قيمة التغير الحرارى ، والمثال التالى يوضح ذلك :

$$H_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(\ell)} \qquad \Delta H^\circ = -285.8\ kJ/mol$$
$$H_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(g)} \qquad \Delta H^\circ = -242\ kJ/mol$$

- توضح قيمة وإشارة التغير فى المحتوى الحرارى (ΔH°) للتفاعل الكيميائى أو للتغيرات الفيزيائية ، أى أن تكون ذات إشارة موجبة أو سالبة ، فالإشارة الموجبة تعنى أن التفاعل ماص للحرارة ، بينما الإشارة السالبة تعنى أن التفاعل طارد للحرارة ، كما فى الأمثلة التالية :

$$H_2O_{(s)} \longrightarrow H_2O_{(\ell)} \qquad \Delta H^\circ = +6\ kJ/mol$$
$$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(\ell)} \qquad \Delta H^\circ = -890\ kJ/mol$$

- عند ضرب أو قسمة طرفى المعادلة بمعامل عددى معين يجب أن تجرى نفس العملية على قيمة التغير فى المحتوى الحرارى ، كما يلى :

$$H_2O_{(s)} \longrightarrow H_2O_{(\ell)} \qquad \Delta H^\circ = +6\ kJ/mol$$
$$2H_2O_{(s)} \longrightarrow 2H_2O_{(\ell)} \qquad \Delta H^\circ = 2 \times 6\ kJ/mol = 12\ kJ/mol$$

- يمكن عكس اتجاه سير المعادلة الحرارية ، وفى هذه الحالة يتم تغيير إشارة التغير فى المحتوى الحرارى ΔH كما بالمثال التالى :

$$H_2O_{(s)} \longrightarrow H_2O_{(\ell)} \qquad \Delta H^\circ = +6\ kJ/mol$$
$$H_2O_{(\ell)} \longrightarrow H_2O_{(S)} \qquad \Delta H^\circ = -6\ kJ/mol$$

الفصل الثانى : صور التغير فى المحتوى الحرارى

Forms of Changes in Heat Content

نواتج التعلم

فى نهاية هذا الفصل يصبح الطالب قادرًا على أن:

- يحسب الحرارة الممتصة او المنطلقة من النظام.
- يستنتج التغير فى المحتوى الحرارى للنظام من متوسطات المحتوى الحرارى.
- يحقق قانون هس للجمع الحرارى.

يعتبر حساب التغير فى المحتوى الحرارى من الأمور المهمة ، فالتعرف على التغير فى المحتوى الحرارى المصاحب لاحتراق أنواع الوقود المختلفة يساعد عند تصميم المحركات فى معرفة أى نوع من الوقود ملائم لها ، كما يساعد رجال الإطفاء فى التعرف على كمية الحرارة المصاحبة لاحتراق المواد المختلفة ، مما يساعدهم فى اختيار أنسب الطرق لمكافحة الحريق ، وتختلف صور التغير فى المحتوى الحرارى تبعًا لنوع التغير الحادث فيزيائيًا أم كيميائيًا.



▲ شكل (٦) تتحول الطاقة الكيميائية المختزنة فى الوقود إلى طاقة حرارية

التغيرات الحرارية المصاحبة للتغيرات الفيزيائية

من أمثلة التغيرات الفيزيائية الذوبان والتخفيف وتغير الحالة الفيزيائية للمواد وسوف ندرس بشيء من التفصيل التغيرات الحرارية المصاحبة لكل منها :



حرارة الذوبان القياسية Standard heat of Solution :

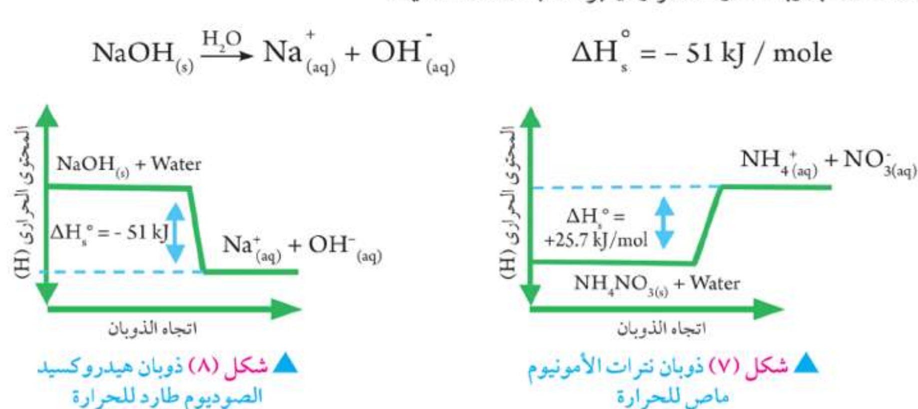
حرارة الذوبان القياسية ΔH_s° : هى كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند إذابة مول واحد من المذاب فى قدر معين من المذيب للحصول على محلول مشبع تحت الظروف القياسية.

عند إذابة نترات الأمونيوم (NH_4NO_3) فى الماء ، تنخفض درجة حرارة المحلول ، ويسمى الذوبان فى هذه الحالة بذوبان ماص للحرارة يعبر عنه بالمعادلة التالية :

$$NH_4NO_{3(s)} \xrightarrow{H_2O} NH^+_{4(aq)} + NO^-_{3(aq)} \qquad \Delta H^\circ_s = +25.7 \text{ kJ / mole}$$

وعند إذابة هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) فى الماء ترتفع درجة حرارة المحلول ، ويسمى الذوبان فى هذه الحالة بذوبان طارد للحرارة يعبر عنه بالمعادلة التالية :

$$NaOH_{(s)} \xrightarrow{H_2O} Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \qquad \Delta H^\circ_s = -51 \text{ kJ / mole}$$



▲ شكل (٨) ذوبان هيدروكسيد الصوديوم طارد للحرارة

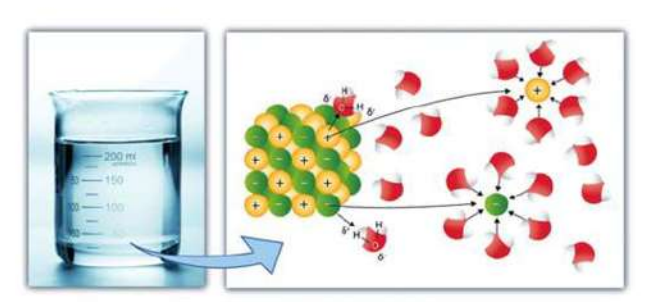
▲ شكل (٧) ذوبان نترات الأمونيوم ماص للحرارة

ويمكن تفسير حرارة الذوبان فى الخطوات التالية :

فصل جزيئات المذيب : وهى عملية ماصة للحرارة تحتاج إلى طاقة للتغلب على قوى التجاذب بين جزيئات المذيب ويرمز لها بالرمز ΔH_1 .

فصل جزيئات المذاب : وهى عملية ماصة للحرارة أيضًا تحتاج إلى طاقة للتغلب على قوى التجاذب بين جسيمات المذاب ويرمز لها بالرمز ΔH_2 .

عملية الإذابة : وهى عملية طاردة للحرارة ، نتيجة لإنطلاق طاقة عند ارتباط جسيمات المذيب بجزيئات المذاب ويرمز لها بالرمز ΔH_3 . ويطلق عليها طاقة الإماهة إذا كان المذيب هو الماء.

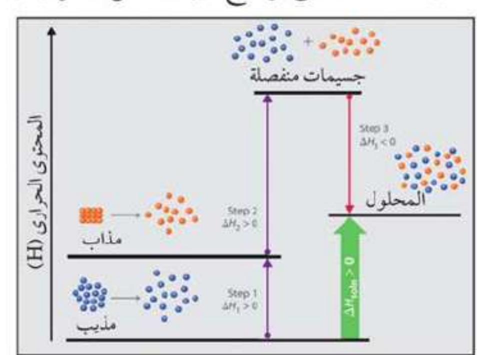


▲ شكل (٩) عملية الإذابة

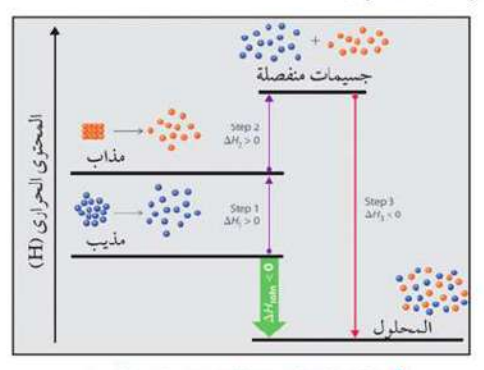
وتتوقف قيمة حرارة الذوبان ΔH_s على محصلة هذه العمليات :

- إذا كانت $\Delta H_1 + \Delta H_2 > \Delta H_3$ يكون الذوبان ماص للحرارة.
- إذا كانت $\Delta H_1 + \Delta H_2 < \Delta H_3$ يكون الذوبان طارد للحرارة.

والمخطط التالى يوضح ذوبان ماص للحرارة وآخر طارد للحرارة.



▲ شكل (١٠) مخطط ذوبان ماص للحرارة



▲ شكل (١١) مخطط ذوبان طارد للحرارة

معلومة إثرائية

يتم استخدام أكياس جاهزة تعمل ككمادات باردة ، حيث تحتوى هذه الأكياس على طبقتين يفصل بينهما غشاء رقيق يكون فى إحداهما نترات الأمونيوم والأخرى ماء ، وعند الحاجة إليها يتم الضغط عليها فيتمزق الغشاء الفاصل وبذلك يسمح للمادتين بالاختلاط ومن ثم تنخفض درجة الحرارة نظرًا لكونه ذوبانًا ماصًا للحرارة ، كما يتوفر كذلك أكياس كمادات ساخنة ، حيث تحتوى هذه الأكياس على كلوريد الكالسيوم والماء وفى هذه الحالة يكون الذوبان طاردًا للحرارة.

ويمكن حساب حرارة الذوبان باستخدام العلاقة : $q = m . c . \Delta T$

- فى المحاليل المخففة يمكن التعبير عن كتلة المحلول (m) بدلالة الحجم ؛ لأن كثافة الماء فى الظروف العادية تساوى الواحد الصحيح.

- يمكن اعتبار الحرارة النوعية للمحلول مساوية أيضًا للحرارة النوعية للماء 4.18 J / g°C
- إذا كان المحلول تركيزه 1 مولر (1 mol / L) أى أن كمية المادة المذابة (1 mol) والمحلول الناتج حجمه (1 L) فإن كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة فى هذه الحالة تسمى حرارة الذوبان المولارية.

حرارة الذوبان المولارية : هى التغير الحرارى الناتج عن ذوبان مول من المذاب لتكوين لتر من المحلول.

حرارة التخفيف القياسية Standard heat of dilution :

ادرس المثالين التاليين واللذين يوضحان اختلاف حرارة الذوبان باختلاف كمية المذيب ، ثم حاول التوصل إلى تأثير التخفيف على التغير فى المحتوى الحرارى

$$NaOH_{(s)} + 5H_2O_{(\ell)} + heat \longrightarrow NaOH_{(aq)} + 37.8\ kJ/mol$$

$$NaOH_{(s)} + 200H_2O_{(\ell)} + heat \longrightarrow NaOH_{(aq)} + 42.3\ kJ/mol$$

فى المحلول المركز تتقارب أيونات المذاب من بعضها ، وعند إضافة كمية أخرى من المذيب (تخفيف) تتباعد الأيونات عن بعضها وهذا يحتاج إلى طاقة تسمى طاقة إبعاد الأيونات وهى طاقة ممتصة ، وبزيادة عدد جزيئات المذيب ترتبط الأيونات بعدد أكبر من جزيئاته وتنطلق كمية من الحرارة ، والتغير فى المحتوى الحرارى هو محصلة هاتين العمليتين ويمكن تعريف حرارة التخفيف القياسية على أنها :

حرارة التخفيف القياسية ΔH°_{dil} : كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة لكل واحد مول من المذاب عند تخفيف المحلول من تركيز أعلى إلى تركيز آخر أقل بشرط أن يكون فى حالته القياسية.

التغيرات الحرارية المصاحبة للتغيرات الكيميائية

سنتناول فيما يلى التغيرات الحرارية المصاحبة لبعض التغيرات الكيميائية مثل :

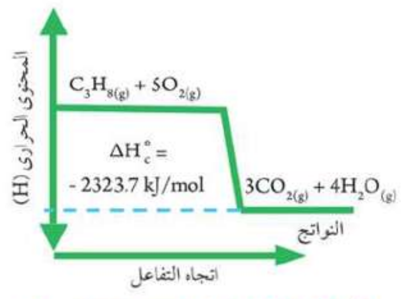
حرارة الاحتراق القياسية Standard heat of combustion :

الاحتراق هو عملية اتحاد سريع للمادة مع الأكسجين ، وينتج عن احتراق العناصر والمركبات احتراقًا تامًا إنطلاق كمية كبيرة من الطاقة تكون فى صورة حرارة أو ضوء ، وتعرف الحرارة المنطلقة بحرارة الاحتراق (ΔH_c).

وتعرف حرارة الاحتراق القياسية كما يلى :

حرارة الاحتراق القياسية ΔH°_c : كمية الحرارة المنطلقة عند احتراق مول واحد من المادة احتراقًا تامًا فى وفرة من الأكسجين تحت الظروف القياسية.

ومن أمثلة تفاعلات الاحتراق التى نستخدمها فى حياتنا اليومية احتراق غاز البوتاجاز (وهو خليط من البروبان C_3H_8 والبيوتان C_4H_{10}) مع أكسجين الهواء الجوى لإنتاج كمية كبيرة من الحرارة والتى يتم استخدامها فى طهى الطعام وغيرها من الاستخدامات ، والمعادلة التالية تمثل احتراق غاز البروبان احتراقًا تامًا فى وفرة من غاز الأكسجين : $C_3H_{8(g)} + 5O_{2(g)} \longrightarrow 3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(g)} + 2323.7\ kJ/mol$



▲ شكل (١٢) مخطط احتراق غاز البروبان

ومن تفاعلات الاحتراق المهمة أيضًا احتراق الجلوكوز $C_6H_{12}O_6$ داخل جسم الكائنات الحية احتراق تام فى وفرة من الأكسجين لإمداد الكائن الحى بالطاقة اللازمة للقيام بالمهام الحيوية ، كما بالمعادلة التالية :

$$C_6H_{12}O_{6(s)} + 6O_{2(g)} \longrightarrow 6CO_{2(g)} + 6H_2O_{(g)}\ ,\ \Delta H^\circ_c = -\ 2808\ \text{kJ/mol}$$

حرارة التكوين القياسية Standard heat of formation :

التغير الحرارى المصاحب لتكوين المركب من عناصره الأولية يسمى بحرارة التكوين (ΔH_f) ، ويمكن تعريف حرارة التكوين القياسية كما يلى :

> **حرارة التكوين القياسية ΔH°_f : كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند تكوين مول واحد من المركب من عناصره الأولية بشرط أن تكون هذه العناصر فى حالتها القياسية.**

العلاقة بين حرارة التكوين وثبات المركبات :

حرارة تكوين المركب هى المحتوى الحرارى له ، وقد لاحظ العلماء من خلال نتائج التجارب أن المركبات التى تمتلك حرارة تكوين سالبة تكون أكثر ثباتًا واستقرارًا عند درجة حرارة الغرفة ولا تميل إلى التفكك لأن المحتوى الحرارى لها يكون صغيرًا ، بعكس المركبات التى تمتلك حرارة تكوين موجبة ، حيث تميل إلى الانحلال التلقائى إلى عناصرها الأولية عند درجة حرارة الغرفة. ومعظم التفاعلات تسير فى اتجاه تكوين المركبات الأكثر ثباتًا.

استخدام حرارة التكوين القياسية (H°_f) فى حساب التغير فى المحتوى الحرارى :

حرارة التكوين القياسية لجميع العناصر تكون مساوية للصفر فى الظروف القياسية من الضغط ودرجة الحرارة أى عندما يكون العنصر عند درجة حرارة 25°C وضغط جوى 1 atm .

وحيث أن التغير فى المحتوى الحرارى يمكن حسابه من العلاقة التالية :

(ΔH) = المحتوى الحرارى للنواتج – المحتوى الحرارى للمتفاعلات

كذلك يمكن حساب التغير فى المحتوى الحرارى للمركبات باستخدام حرارة التكوين من العلاقة التالية :

(ΔH) = المجموع الجبرى لحرارة تكوين النواتج – المجموع الجبرى لحرارة تكوين المتفاعلات.



مثال:

إذا كانت حرارة تكوين الميثان (74.6−) kJ /mol وثانى أكسيد الكربون (393.5−) kJ /mol وبخار الماء (241.8−) kJ /mol احسب التغير فى المحتوى الحرارى للتفاعل الموضح فى المعادلة التالية:

$$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$$

الحل:

(ΔH_f) = المجموع الجبرى لحرارة تكوين النواتج − المجموع الجبرى لحرارة تكوين المتفاعلات

$$(CH_4 + 2O_2) - (CO_2 + 2H_2O) =$$

$$802.5\ kJ/mol = [(-74.6) + (2 \times 0)] - [(-393.5) + (2 \times -241.8)] =$$

قانون هس (المجموع الجبرى الثابت للحرارة) Hess's Law

يلجأ العلماء فى كثير من الأحيان إلى استخدام طرق غير مباشرة لحساب حرارة التفاعل ، وذلك لعدة أسباب منها :

- اختلاط المواد المتفاعلة أو الناتجة بمواد أخرى.
- بعض التفاعلات تحدث ببطء شديد وتحتاج إلى وقت طويل مثل تكوين الصدأ.
- وجود مخاطر عند قياس حرارة التفاعل بطريقة تجريبية.
- وجود صعوبة عند قياس حرارة التفاعل فى الظروف العادية من الضغط ودرجة الحرارة.

ولغرض قياس التغير الحرارى لمثل هذه التفاعلات استخدم العلماء ما يعرف بقانون هس .

قانون هس : حرارة التفاعل مقدار ثابت فى الظروف القياسية سواء تم التفاعل على خطوة واحدة أو عدة خطوات.

والصيغة الرياضية لقانون هس يمكن التعبير عنها كما يلى : $\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + ...$

وترجع أهمية هذا القانون إلى إمكانية حساب التغير فى المحتوى الحرارى (ΔH°) للتفاعلات التى لا يمكن قياسها بطريقة مباشرة ، وذلك باستخدام تفاعلات أخرى يمكن قياس حرارة كل منها. ويمكن توضيح مفهوم قانون هس من خلال المثالين التاليين:





مثال (١):

في ضوء فهمك لقانون هس، احسب حرارة تكوين أول أكسيد الكربون CO من المعادلتين التاليتين:

$$(1)\ C_{(s)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H_1 = -393.5\ kJ/mol$$

$$(2)\ CO_{(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H_2 = -283.3\ kJ/mol$$

الحل:

بطرح المعادلتين جبريًا:

$$C_{(s)} + O_{2(g)} - CO_{(g)} - \frac{1}{2} O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} - CO_{2(g)}$$

$$\Delta H = \Delta H_1 - \Delta H_2 = -393.5 - (-283.3) = -110.5\ kJ/mol$$

وبنقل $CO_{(g)}$ من الطرف الأيسر للمعادلة إلى الطرف الأيمن:

$$C_{(s)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \longrightarrow CO_{(g)} \qquad \Delta H = -110.5\ kJ/mol$$

مثال (٢):

احسب حرارة احتراق غاز أكسيد النيتريك NO تبعًا للمعادلة الآتية:

$$NO_{(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \longrightarrow NO_{2(g)}$$

بمعلومية المعادلتين الحراريتين التاليتين:

$$(1)\ \frac{1}{2} N_{(2)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \longrightarrow NO_{(g)} \qquad \Delta H = +90.29\ kJ/mol$$

$$(2)\ \frac{1}{2} N_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow NO_{2(g)} \qquad \Delta H = +33.2\ kJ/mol$$

الحل:

بطرح المعادلة (1) من (2):

$$\frac{1}{2} N_{2(g)} + O_{2(g)} - \frac{1}{2} N_{2(g)} - \frac{1}{2} O_{2(g)} \longrightarrow NO_{2(g)} - NO_{(g)} \quad \Delta H = \Delta H_2 - \Delta H_1$$

$$\frac{1}{2} O_{2(g)} \longrightarrow NO_{2(g)} - NO \qquad \Delta H = (33.2 - 90.29)\ kJ/mol$$

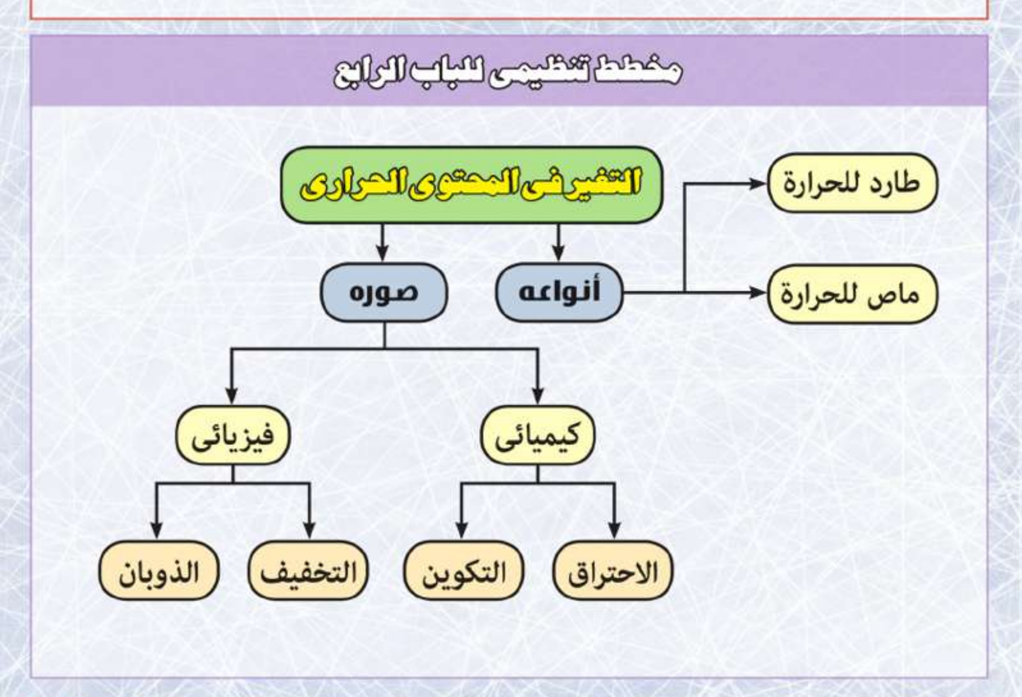
وبنقل $NO_{(g)}$ للطرف الأيسر بإشارة مخالفة:

$$NO_{(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \longrightarrow NO_{2(g)} \qquad \Delta H = -57.09\ kJ/mol$$

المصطلحات الأساسية فى الباب الرابع

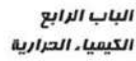
- **الكيمياء الحرارية :** فرع من فروع الديناميكا الحرارية ، يتم فيه دراسة التغيرات الحرارية المصاحبة للتفاعلات الكيميائية والتغيرات الفيزيائية.
- **القانون الأول للديناميكا الحرارية :** الطاقة الكلية لأى نظام معزول تظل ثابتة ، حتى لو تغير النظام من صورة إلى آخرى.
- **المحتوى الحرارى للمادة :** مجموع الطاقات المختزنة فى مول واحد من المادة.
- **حرارة الذوبان القياسية :** كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند إذابة مول واحد من المذاب فى قدر معين من المذيب للحصول على محلول مشبع تحت الظروف القياسية.
- **حرارة التخفيف القياسية :** كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة لكل واحد مول من المذاب عند تخفيف المحلول من تركيز أعلى إلى تركيز آخر أقل بشرط أن يكون فى حالته القياسية.
- **حرارة الاحتراق القياسية :** كمية الحرارة المنطلقة عند احتراق مول واحد من المادة احتراقًا تامًا فى وفرة من الأكسجين تحت الظروف القياسية.
- **حرارة التكوين القياسية :** كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند تكوين مول واحد من المادة من عناصرها الأولية بشرط أن تكون هذه المواد فى حالتها القياسية.
- **قانون هس :** حرارة التفاعل مقدار ثابت فى الظروف القياسية سواء تم التفاعل على خطوة واحدة أو عدة خطوات.

مخطط تنظيمى للباب الرابع









أنشطة وأسئلة الباب الرابع



الفصل الأول : المحتوى الحرارى

نشاط معملى : التفاعلات الطاردة للحرارة

الأمان والسلامة







الهدف من النشاط

☑ التعرف على التفاعلات الطاردة للحرارة.

المهارات المرجو اكتسابها

☑ فرض الفروض - التنبؤ - الملاحظة - الاستنتاج - تسجيل البيانات - تحليل البيانات.

المواد والأدوات المستخدمة

☑ أكسيد كالسيوم - ميزان - إناء معدنى - ورق الومنيوم - قطعة زبد .

خطوات إجراء النشاط :

- عين كتلة 20 g من أكسيد الكالسيوم وضعه فى إناء معدنى.
- ضع قطعة من ورق الألومنيوم على سطح أكسيد الكالسيوم بحيث يكون ملاصق له.
- اضف كمية من الماء على أكسيد الكالسيوم.
- ضع قطعة الزبد فوق ورق الألومنيوم.
- لاحظ ما يحدث لقطعة الزبد ؟

الملاحظة : ....
....

تحليل البيانات :

- هل يعتبر هذا التفاعل طارد أم ماص للحرارة ولماذا؟

....

الاستنتاج :

....
....



نشاط معملى : التفاعلات الماصة للحرارة

الأمان والسلامة







الهدف من النشاط

☑ التعرف على التفاعلات الماصة للحرارة.



المهارات المرجو اكتسابها

☑ فرض الفروض – التنبؤ – الملاحظة – الاستنتاج – تسجيل البيانات – تحليل البيانات.

المواد والأدوات المستخدمة

☑ دورق مخروطى – كربونات صوديوم – كلوريد أمونيوم – قطعة خشب رقيقة.

خطوات إجراء النشاط :

- عين كتلة 53 g من بيكربونات صوديوم وضعه فى دورق مخروطى.
- ضع الدورق على قطعة خشب رقيقة مبللة بالماء ولاحظ ما يحدث.

الملاحظة : ....

....

- كرر الخطوات السابقة مع استخدام كلوريد الأمونيوم بدلًا من بيكربونات الصوديوم.

تحليل البيانات :

- هل يعتبر هذا التفاعل طارد أم ماص للحرارة ولماذا؟

....

الاستنتاج :

....

....






أسئلة تقويمية

أولاً : اختر الإجابة الصحيحة :

(١) وحدة قياس الحرارة النوعية هى ....

أ. Joule　　ب. J/mol

جـ. J/°K　　د. J/g°C

(٢) أى المواد التالية له حرارة نوعية أكبر ....

أ. 1 g ماء　　ب. 1 g حديد

جـ. 1 g الومنيوم　　د. 1 g زئبق

(٣) فى التفاعلات الطاردة للحرارة ....

أ. تنتقل الحرارة للنظام من الوسط المحيط.

ب. تنتقل الحرارة من النظام للوسط المحيط.

جـ. لا تنتقل الحرارة من أو إلى النظام.

د. تنتقل الحرارة من وإلى النظام فى نفس الوقت.

(٤) فى النظام المعزول ....

أ. يحدث تبادل كل من الحرارة والمادة مع الوسط المحيط.

ب. يحدث تبادل للحرارة مع الوسط المحيط.

جـ. يحدث تبادل للمادة مع الوسط المحيط.

د. لا يحدث تبادل للحرارة أوالمادة مع الوسط المحيط.

(٥) المقصود بالظروف القياسية للتفاعل ....

أ. تحت ضغط 1 atm ودرجة حرارة 0°C

ب. تحت ضغط 1 atm ودرجة حرارة 25°C

جـ. تحت ضغط 1 atm ودرجة حرارة 100°C

د. تحت ضغط 1 atm ودرجة حرارة 273°C



ثانيًا : أسئلة متنوعة :

(١) إذا علمت أن الحرارة النوعية للبلاتين = 0.133 J/g°C ، والتيتانيوم = 0.528 J/g°C ، والزنك = 0.388 J/g°C ، فإذا كان لدينا عينة كتلتها 70 g من كل معدن عند درجة حرارة الغرفة ، أى المعادن ترتفع حرارته أولاً عند تسخينهم تحت نفس الظروف ، مع ذكر السبب؟

....

(٢) وضح كيف أن عملية كسر وتكوين الرابطة المصاحبة للتفاعل الكيميائى تحدد نوع التفاعل إذا ما كان ماصًا للحرارة أو طاردًا للحرارة.

....

(٣) ما معنى أن ؟

أ. متوسط طاقة الرابطة فى C — C هى 346 kJ/mol

....

ب. الحرارة النوعية للماء = 4.18 J/g.°C

....

ثالثًا : فكر واستنتج:

(١) يتسبب الماء فى إعتدال المناخ فى المناطق الساحلية شتاءاً وصيفاً؟ فسر إجابتك.

....

(٢) فى الترمومتر الطبى، هل النظام مفتوح أم مغلق؟

....

(٣) متى تتساوى قيمة التغير فى المحتوى الحرارى للتفاعل والإحتراق.

....

(٤) يقوم المزارعون فى البلدان ذات الجو شديد البرودة برش أشجار الفاكهة بقليل من الماء.

....



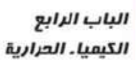




الفصل الثانى : صور التغير فى المحتوى الحرارى



نشاط معملى : حرارة الذوبان











الأمان والسلامة

الهدف من النشاط

☑ تعيين التغيرات الحرارية المصاحبة لعملية الذوبان.

المهارات المرجو اكتسابها

☑ فرض الفروض - التنبؤ - الملاحظة - الاستنتاج - تسجيل البيانات - تحليل البيانات.

المواد والأدوات المستخدمة

☑ كوب من الفوم بغطاء - كوب من الفوم بدون غطاء - ترمومتر كحولي - ميزان - ماء مقطر - كلوريد الكالسيوم.



خطوات إجراء النشاط :

- عين كتلة كوب الفوم بالغطاء، ثم ضع فيها 50 mL من الماء المقطر، ثم ضع الغطاء ، وعين كتلة الكوب مرة أخرى.
- ضع كوب الفوم الأول بداخل كوب ثانى أكبر مع وضع بعض القطن بينهما كعازل ، وسجل درجة حرارة الماء باستخدام الترمومتر الكحولى.
- عين كتلة 4 g من كلوريد الكالسيوم ، ثم أضفها إلى الماء مع التحريك ، ثم عين درجة حرارة المحلول بعد التأكد من ذوبان المادة بالكامل.
- لاحظ التغير فى درجة حرارة الماء بعد ذوبان كلوريد الكالسيوم.

الملاحظة : ....

....

تسجيل البيانات :

- سجِّل البيانات بالجدول التالى ، ثم فسرها.

الإجراء	القيمة
كتلة الكوب فارغًا	....
كتلة الكوب والماء	....
كتلة الماء	....
درجة حرارة الماء	....
كتلة كلوريد الكالسيوم	....
درجة حرارة المحلول	....
التغير فى درجة الحرارة	....

العصرية للطباعة



تحليل البيانات :

- ما سبب التغير فى درجة حرارة الماء بعد ذوبان كلوريد الكالسيوم ؟

....

- احسب الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند ذوبان كلوريد الكالسيوم .

....

- احسب عدد مولات كلوريد الكالسيوم ثم احسب التغير فى المحتوى الحرارى .

....

- هل يختلف التغير فى درجة حرارة الماء إذا تم إذابة 6 g من كلوريد الكالسيوم ؟

....

الاستنتاج :

- احسب التغير فى المحتوى الحرارى المصاحب لذوبان 4 g من كلوريد الكالسيوم فى الماء.

....

أسئلة تقويمية

أولًا : اكتب المصطلح العلمى :

(١) كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند إذابة مول واحد من المذاب فى قدر معين من المذيب للحصول على محلول مشبع. ....

(٢) ارتباط الأيونات المفككة بالماء. ....

(٣) كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند تكوين مول واحد من المادة من عناصرها الأولية بشرط أن تكون هذه المواد فى حالتها القياسية. ....

(٤) كمية الحرارة المنطلقة عند إحتراق مول واحد من المادة إحتراقاً تاماً فى وفرة من الأكسجين.

....

ثانيًا : اكتب التفسير العلمى لكل مما يأتى :

(١) عند كتابة المعادلة الكيميائية الحرارية يجب ذكر الحالة الفيزيائية للمواد الداخلة فى التفاعل والمواد الناتجة منه.

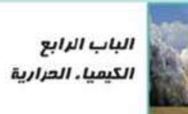
(٢) استخدام قانون هس فى حساب حرارة تكوين أول أكسيد الكربون.

(٣) يصاحب عملية الذوبان تغير حرارى.

(٤) لحرارة التكوين علاقة كبيرة بثبات المركبات.







ثالثًا : مسائل متنوعة:

(١) احسب التغير القياسى فى المحتوى الحرارى للتفاعل التالى:

$$H_2S_{(g)} + 4F_{2(g)} \longrightarrow 2HF_{(g)} + SF_{6(g)}$$

إذا علمت أن حرارات التكوين كما يلى:

$$H_2S = -21\ kJ/mol\ ,\ HF = -273\ kJ/mol\ ,\ SF_6 = -1220\ kJ/mol$$

(٢) عند إذابة مول من نترات الأمونيوم فى كمية من الماء وأكمل الحجم إلى 1000 mL انخفضت درجة الحرارة بمقدار 6°C. احسب كمية الحرارة الممتصة (افترض أن كثافة المحلول = 1 g/mL والحرارة النوعية للمحلول = 4.18 J/g.°C)

(٣) إذا علمت أن التغير القياسى فى المحتوى الحرارى لاحتراق سائل الأوكتان (C_8H_{18}) -1367 kJ/mol . اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن احتراق مول واحد من هذا السائل احتراقًا تامًا فى وفرة من الأكسجين.

أسئلة مراجعة الباب الرابع

أولاً : اكتب المصطلح العلمى :

(١) كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند تكوين مول واحد من المادة من عناصرها الأولية فى حالتها القياسية.

(٢) كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من المادة درجة واحدة مئوية.

(٣) معادلة كيميائية تتضمن تغير الحرارة المصاحب للتفاعل.

(٤) كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند إذابة مول واحد من المذاب فى قدر معين من المذيب للحصول على محلول مشبع.

(٥) حرارة التفاعل مقدار ثابت فى الظروف القياسية سواء تم التفاعل على خطوة واحدة أو عدة خطوات.

ثانيًا : أعد كتابة العبارات التالية بعد تصويب ما تحته خط :

(١) تعتبر الحرارة مقياس لمتوسط الطاقة الحركية للجزيئات التى تكون المادة أو النظام.

(٢) يعرف الجول بأنه كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من الماء درجة مئوية واحدة (من 15°C إلى 16°C).

(٣) وحدة قياس الحرارة النوعية هى J.

(٤) تنشأ الطاقة الكيميائية فى الجزيء من طاقة المستوى والذى هو محصلة طاقة حركة الإلكترون بالإضافة إلى طاقة وضعه.

(٥) التغير فى المحتوى الحرارى هو مجموع الطاقات المختزنة فى مول واحد من المادة.





(٦) يكون النظام مفتوحاً عندما لا يحدث انتقال أى من الطاقة والمادة بين النظام والوسط المحيط.

(٧) يستخدم الترمومتر كنظام معزول لقياس الحرارة الممتصة أو المنطلقة فى التفاعل الكيميائى.

(٨) المحتوى الحرارى للمادة عبارة عن مجموع الطاقات المختزنة فى 1 kg من المادة.

ثالثًا : بم تفسر :

(١) يعتبر ذوبان يوديد البوتاسيوم فى الماء ماص للحرارة .

(٢) يعتبر قانون هس أحد صور القانون الأول للديناميكا الحرارية.

(٣) عند حدوث عملية التخفيف تزداد كمية المذيب وينتج عن ذلك زيادة فى قيمة (ΔH) .

(٤) احتراق الجلوكوز $C_6H_{12}O_6$ داخل جسم الكائنات الحية يعتبر من تفاعلات الاحتراق الهامة .

(٥) يلجأ العلماء فى كثير من الأحيان إلى استخدام طرق غير مباشرة لحساب حرارة التفاعل

رابعًا : مسائل متنوعة :

(١) امتصت عينة من مادة مجهولة كتلتها 155 g كمية من الحرارة مقدارها 5700 J فارتفعت من درجة حرارة 25°C إلى 40°C ، احسب الحرارة النوعية لها.

(٢) احسب كمية الحرارة المنطلقة عند تبريد 350 g من الزئبق من 77°C إلى 12°C إذا علمت أن الحرارة النوعية للزئبق (0.14 J/g.°C)

(٣) يعتبر غاز الميثان CH_4 المكون الرئيسى للغاز الطبيعى، فإذا علمت أن $\Delta H^\circ_c = -965.1$ kJ/mol و $\Delta H^\circ_f = -74.6$ kJ/mol احسب كلاً من كمية الحرارة المنطلقة عند تكوين 50 g من غاز الميثان، وكذلك عند احتراق 50 g منه.

(٤) احسب التغير فى المحتوى الحرارى عن إذابة (80 g) من نترات الأمونيوم فى كمية من الماء لتكوين لتر من المحلول علماً بأن درجة الحرارة الإبتدائية 20°C أصبحت 14°C ثم أجب عن الأسئلة التالية:

أ. هل الذوبان طارد أم ماص؟ مع ذكر السبب؟

ب. هل يمكن اعتبار هذا التغير الحرارى معبراً عن حرارة الذوبان المولارية أم لا، علماً بأن [N=14, O=16, H=1]

(٥) إذا علمت أن حرارة احتراق الإيثانول C_2H_5OH هى (1367 kg/mol) فاكتب المعادلة الحرارية المعبرة عن ذلك علماً بأن نواتج الإحتراق هى غاز ثانى أكسيد الكربون وبخار الماء، ثم احسب الحرارة الناتجة عن حرق (100 g) من الكحول علماً بأن [C=12, O=16, H=1]





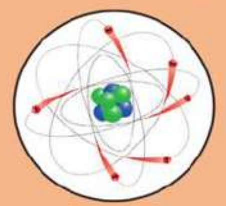


في نهايةِ هذا الباب يُصبح الطالب قادرًا على أن :

- يتعرف مكونات الذرة.
- يبين القوى النووية الموجودة فى النواة.
- يربط بين نسبة عدد النيوترونات إلى البرونونات والثبات النووى.
- يتعرف المقصود بالنظائر وتذكر أمثلة.
- يتعرف طاقة الترابط النووى.
- يتعرف مفهوم الكوارك وأنواع الكوارك.
- يذكر التسلسل التاريخى لظاهرة النشاط الإشعاعى.
- يميز بين جسيمات ألفا وبيتا وأشعة جاما.
- يقارن بين التفاعلات النووية والكيميائية.
- يقارن بين الأنشطار والأندماج النووى.
- يشرح الأساس العلمى للمفاعلات النووية.
- يتعرف الآثار الضارة للإشعاع.
- يتعرف الاستخدامات السلمية للإشعاع.

الباب الخامس

فصول الباب الخامس :



١ نواة الذرة والجسيمات الأولية



٢ النشاط الاشعاعى والتفاعلات النووية

القضايا المتضمنة : التلوث الاشعاعى



للذرة تركيب معين، فهى تتكون من نواة موجبة الشحنة وإلكترونات سالبة حولها ، كذلك للنواة تركيب معين ، فهى تتكون من نيوترونات متعادلة وبروتونات موجبة الشحنة. وتتماسك مكونات النواة معًا بفعل القوى النووية. ويمكن أن يختلف عدد النيوترونات فى نوى ذرات العنصر الواحد ، وبالتالى يكون للعنصر الواحد ما يسمى بالنظائر ويوجد فى الطبيعة نوعان من نظائر العناصر أحدهما نظائر مستقرة والأخرى نظائر مشعة تتميز بنشاطها الإشعاعى الطبيعى ، وقد استطاع العلماء تحضير نظائر مشعة صناعية عن طريق التفاعلات النووية التى لها أنواع مختلفة ، أبرزها تفاعلات الانشطار النووى والاندماج النووى. وتعالج هذه الوحدة هذه المواضيع ضمن درسين، يتناول الدرس الأول تركيب نواة الذرة أما الدرس الثانى فيتناول النشاط الإشعاعى والتفاعلات النووية.

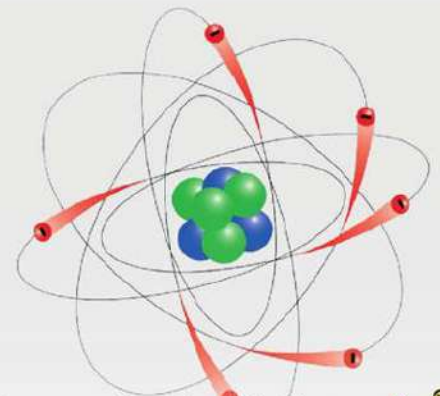
الكيمياء النووية

Nuclear Chemistry

المصطلحاتُ الأساسيّةُ :

- نظائر .... Isotopes
- القوة النووية .... Nuclear Force
- نواة مستقرة .... Stable Nucleus
- كوارك .... Quark
- نشاط اشعاعى .... Radioactivity
- عمر النصف .... Half-life
- تفاعل نووى .... Nuclear Reaction
- انشطار نووى .... Nuclear Fission
- اندماج نووى .... Nuclear Fusion
- مفاعل نووى .... Nuclear Reactor
- جسيمات أولية .... Elementary Particles





الفصل الأول: نواة الذرة والجسيمات الأولية

Atomic Nucleus and Elementary Particles

نواتج التعلم

فى نهاية هذا الفصل يصبح الطالب قادرًا على أن:

- يتعرف مكونات الذرة والكميات النووية التى تصنف النواة.
- يتعرف المقصود بالنظائر.
- يتعرف خصائص القوى النووية.
- يستنتج مصدر طاقة الترابط النووى ويحسبها.
- يربط بين الثبات النووى والنسبة بين عدد النيوترونات والبروتونات فى النواة.
- يتعرف الجسيمات الأساسية والأولية فى الذرة.
- يتعرف نموذج الكوارك ويستخدمه.

مكونات الذرة Atom Components

ذرة الكربون

ذرة الهيدروجين

نواة

إلكترون

تحتوى ذرة الهيدروجين على مستوى طاقة واحد

تحتوى ذرة الكربون على مستويين للطاقة

▲ شكل (١) تتكون الذرة من نواة تدور حولها الإلكترونات فى مستويات للطاقة

من المعلوم أن المادة تتكون من ذرات ، هذه الذرات يعزى إليها الخواص الفيزيائية والكيميائية للمادة ، وفى نهاية القرن التاسع عشر كان قد تأكد أن **الإلكترونات** من المكونات الأساسية للذرات، وهى جسيمات كتلتها صغيرة جدًّا وشحنتها سالبة ، وحيث أن الذرة متعادلة كهربيًّا فهذا يعنى أن الذرة تحمل شحنة موجبة مساوية لشحنة الإلكترونات السالبة ، ولكن كيفية توزيع كل من هذه الشحنات فى الذرة لم يكن معروفًا فى ذلك الحين.

وضع العالم رذرفورد ١٨٧١ - ١٩٣٧م نموذج لوصف الذرة ، الذى توصل إليه بعد تجارب عديدة ، حيث وَصَفَ الذرة بأنها تتكون من **نواة** ثقيلة نسبيًا ، تتركز فيها كتلة الذرة وتحمل الشحنة الموجبة للذرة، ويدور حولها على بعد كبير نسبيًا الإلكترونات سالبة الشحنة ووفقًا لما يسمى نموذج بور تدور الإلكترونات حول النواة فى مدارات معينة ثابتة تسمى مستويات الطاقة وكل مستوى يشغله عدد معين من الإلكترونات لا يمكن أن يزيد عنه. توصلت حسابات رذرفورد إلى أن قطر النواة يتراوح ما بين ($10^{-6}:10^{-5}$ nm) بينما يبلغ قطر الذرة حوالى (0.1nm). وفى عام ١٩١٩م أثبت رذرفورد أن نواة الذرة تحتوى على جسيمات تحمل الشحنة الموجبة تسمى "**بروتونات**" والبروتون كتلته أكبر من كتلة الإلكترون بحوالى 1800 مرة وفى عام ١٩٣٢م أيضًا اكتشف العالم شادويك أن النواة تحتوى على جسيمات متعادلة الشحنة تسمى "**نيوترونات**" وكتلة النيوترون تساوى تقريبًا كتلة البروتون.

عدد الكتلة والعدد الذرى :

اصطلح العلماء على وصف نواة ذرة أى عنصر باستخدام ثلاث كميات نووية هى:

- عدد الكتلة (A)
- العدد الذرى (Z)
- عدد النيوترونات (N)

والجدول التالى ، يوضح هذه الكميات:

المصطلح	الرمز	العلاقة
عدد الكتلة	A	عدد البروتونات + عدد النيوترونات فى النواة
العدد الذرى	Z	عدد البروتونات فى النواة = عدد الإلكترونات
عدد النيوترونات	N	N = A – Z

▲ جدول (١) الكميات النووية

ويلاحظ أن:

- البروتونات والنيوترونات داخل النواة تعرف باسم «نيوكليونات».
- عدد البروتونات (Z) فى النواة يساوى عدد الإلكترونات حول النواة فى حالة الذرة المتعادلة.

رمز النواة Nucleus Symbol :

إذا فرضنا عنصرًا رمزه الكيميائى (X) فإن نواة ذرة هذا العنصر يمكن وصفها بالطريقة الآتية :



وفى بعض الأحيان يكتب الرمز كالآتى : ${}^{A}_{Z}X_{N}$

مثال:

اكتب الرمز الكيميائى لنواة ذرة الألومنيوم إذا علمت أنها تحتوى على 13 بروتونًا بالإضافة إلى 14 نيوترونًا .

الحل:

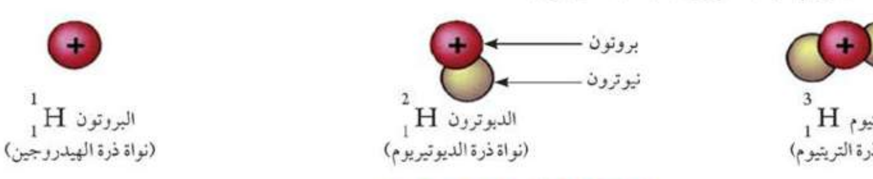
رمز عنصر الألومنيوم Al ويكون رمز نواة ذرة الألومنيوم هو ${}^{27}_{13}Al$

النظائر Isotopes :

النظائر : هى ذرات للعنصر نفسه تتفق فى عددها الذرى (Z) وتختلف فى عددها الكتلى (A) لأن أنوية الذرات تحتوى على نفس العدد من البروتونات وتختلف فى عدد النيوترونات فى النواة.

وهذا يعنى أن ذرات النظائر تتفق فى عدد الإلكترونات وترتيبها حول النواة ، وبذلك فهى تتشابه فى تفاعلاتها الكيميائية.

والأمثلة على النظائر كثيرة ، فمعظم عناصر الجدول الدورى لها نظائر، وحتى أبسط العناصر الموجودة فى الطبيعة وهو الهيدروجين له ثلاثة نظائر ${}^{1}_{1}H$ ، ${}^{2}_{1}H$ ، ${}^{3}_{1}H$. وذرة النظير ${}^{1}_{1}H$ تتكون من بروتون يدور حوله إلكترون واحد ، ويطلق على نواة ذرة النظير ${}^{2}_{1}H$ اسم الديوترون وهى عبارة عن بروتون ونيوترون بينما نواة التريتيوم عبارة عن بروتون و 2 نيوترون.



▲ شكل (٢) أنوية ذرات نظائر الهيدروجين

كذلك عنصر الأكسجين، يوجد له ثلاثة نظائر ${}^{16}_{8}O$ ، ${}^{17}_{8}O$ ، ${}^{18}_{8}O$.

ويمكن تعيين الكتل الذرية للعناصر بمعلومية الكتل الذرية النسبية لنظائرها ونسبة وجود كل منها.

مثال:

احسب الكتلة الذرية لعنصر النحاس ، علمًا بأنه يتواجد فى الطبيعة على هيئة نظيرين هما

${}^{63}Cu$ (نسبة وجوده 69.09%) و ${}^{65}Cu$ (نسبة وجوده 30.91%).

$[{}^{63}Cu = 62.9298\ amu\ ,\ {}^{65}Cu = 64.9278\ amu]$

الحل:

مساهمة ^{63}Cu فى الكتلة الذرية = $62.9298 \times \frac{69.09}{100} = 43.4782$ amu

مساهمة ^{65}Cu فى الكتلة الذرية = $64.9278 \times \frac{30.91}{100} = 20.069$ amu

الكتلة الذرية للنحاس= 43.4782 + 20.069= 63.55 amu

معلومة إثرائية

تستخدم فى الكيمياء النووية بعض المصطلحات النووية الأخرى بالإضافة للنظائر هى :

- الأيزوبارات : وهى أنوية ذرات عناصر مختلفة لها نفس عدد الكتلة (A) ، ولكنها تختلف فى العدد الذرى (Z) مثال ذلك : $^{17}_{9}F$ ، $^{17}_{8}O$
- الأيزوتونات : وهى أنوية ذرات عناصر مختلفه لها نفس عدد النيوترونات ، ولكنها تختلف فى عدد الكتلة مثل : $^{17}_{9}F_{8}$ ، $^{16}_{8}O_{8}$

وحدات الكتلة والطاقة Mass and Energy Units

من المعروف أن وحدة قياس الكتلة فى النظام الدولى للوحدات هى الكيلو جرام ، ولكن لكون كتل ذرات نظائر العناصر صغيرة جدًّا ، فإنها تقدر بوحدة الكتل الذرية (amu) والتي تختصر إلى (u) وهى تعادل 1.66×10^{-27} kg

فى التفاعلات النووية تتحول المادة إلى طاقة ويمكن حساب الطاقة الناتجة عن تحول كتلة ما مقدرة بوحدة kg من المادة إلى طاقة بتطبيق معادلة آينشتين:

$$E = m c^2$$

حيث: m الكتلة مقدرة بوحدة كيلوجرام

c سرعة الضوء فى الفراغ وتساوى (3×10^8 m/s)

E الطاقة الناتجة عن تحول كتلة ما مقدرة بوحدة u من المادة إلى طاقة من العلاقة:

$$E = m \times 931$$

حيث: m الكتلة مقدرة بوحدة الكتل الذرية

E الطاقة الناتجة مقدرة بوحدة مليون الكترون ڤولت MeV

هل تعلم؟

يستخدم فى قياس الطاقة وحدة أخرى بالإضافة إلى الجول تسمى «إلكترون فولت» ويرمز لها بالرمز (eV) حيث :

$$1\ eV = 1.604 \times 10^{-19}\ J$$

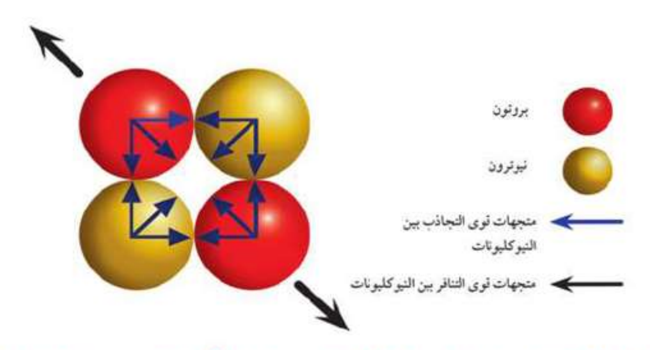
هناك وحدة أكبر تسمى «مليون إلكترون فولت» ويرمز لها (MeV) حيث :

$$1\ MeV = 1.604 \times 10^{-13}\ J$$



القوى النووية Nuclear Forces

ذكرنا فى بداية هذه الوحدة أن النواة تتكون من بروتونات موجبة الشحنة ونيوترونات لا تحمل شحنة. ولكن ما الذى يجعل نواة الذرة متماسكة؟ أى ما الذى يؤدى إلى تماسك النيوكليونات داخل النواة ؟ من المعلوم أن البروتونات فى النواة تتنافر مع بعضها بفعل القوى الكهربية ، ومن هنا فإنه من المستحيل أن تكون النواة ثابتة إذا كانت القوة الوحيدة بين البروتونات هى قوى التنافر الكهروستاتيكى ، ولا شك أنه توجد قوة جاذبية بين النيوكليونات داخل النواة ، مثل قوة الجاذبية بين أى جسمين ماديين. ولكن مقدار قوى الجاذبية هذه صغيرة جدًا لا تتعادل مع قوى التنافر الكهربية بين النيوكليونات.



▲ شكل (٣) إذا كانت قوى الجاذبية بين النيوكليونات صغيرة جدًا. فلابد من وجود قوة تعمل على دفع النيوكليونات نحو بعضها بعضًا.

من الواضح أن الجمع بين النيوكليونات داخل النواة لا يمكن أن يتم له الاستقرار إلا فى وجود قوى أخرى تعمل على ترابط هذه النيوكليونات. هذه القوة تسمى **«القوة النووية القوية»** لأن تأثيرها يكون كبير جدًا على النيوكليونات داخل الحيز الصغير لنواة الذرة ولهذه القوة الخصائص التالية :

- قوة قصيرة المدى.
- لا تعتمد على ماهية النيوكليونات ، فهى واحدة فى الأزواج التالية : (بروتون – بروتون ، بروتون – نيوترون ، نيوترون – نيوترون).
- هى قوة هائلة.



طاقة الترابط النووى Nuclear Binding Energy

لقد ثبت علميًا أن كتلة النواة وهى متماسكة تكون أقل من مجموع كتل النيوكليونات المكونة لها .

النقص فى الكتلة = الكتلة النظرية – الكتلة الفعلية

حيث هذا النقص فى الكتلة هو خاصية مميزة لكل نواة يتحول إلى طاقة تستخدم لربط مكونات النواة لتستقر داخل الحيز النووى المتناهى فى الصغر وتسمى "**طاقة الترابط النووى**"

وباستخدام قانون آينشتين لتحويل الكتلة إلى طاقة ، فإن :

طاقة الترابط النووى BE (MeV) = النقص فى الكتلة × 931

وتسمى القيمة التى ساهم بها كل نيوكليون فى طاقة الترابط للنواة " طاقة الترابط لكل نيوكليون " وتساوى : ($\frac{BE}{A}$) وتتخذ طاقة الترابط لكل نيوكليون مقياسًا لثبات النواة.

مثال:

إذا علمت أن الكتلة الفعلية لنواة ذرة الهيليوم $^{4}_{2}He$ = 4.00150 u المقاسة عمليًا

احسب طاقة الترابط النووى بوحدات المليون إلكترون فولت ثم احسب طاقة الترابط لكل نيوكليون اذا علمت أن كتلة البروتون = 1.00728 u ، كتلة النيوترون = 1.00866 u

الحل:

تتألف نواة ذرة الهيليوم من بروتونين ونيوترونين وتحسب طاقة ترابطها من العلاقة :

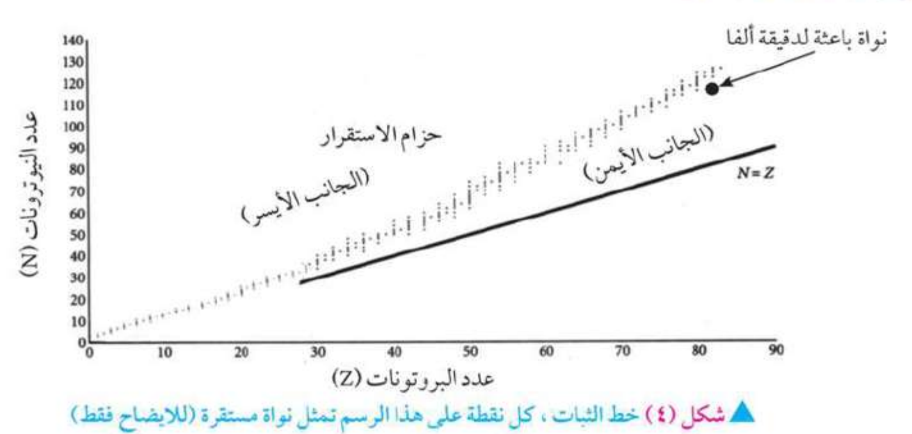
$$BE = [\ (2 \times 1.00728 + 2 \times 1.00866) - 4.00150\ ] \times 931\ MeV = 28.28\ MeV$$

وتكون طاقة الترابط لكل نيوكليون $= \frac{28.28}{4} = 7.07\ MeV$

استقرار (ثبات) النواة ، ونسبة (النيوترون / بروتون)

Nucleus Stability , (Neutron / Proton) ratio

يعرف العنصر المستقر (الثابت) بأنه : العنصر الذى تبقى نواة ذرته ثابتة على مر الزمن ، فلا يكون له أى نشاط اشعاعى. أما العنصر غير المستقر ، فإن نواته تنحل مع الزمن من خلال النشاط الإشعاعى. فإذا رسمنا علاقة بيانية بين عدد النيوترونات (N) وعدد البروتونات (Z) وذلك لجميع أنوية ذرات العناصر المستقرة والموجودة فى الجدول الدورى فإننا نجد أن جميع الأنوية تقع على أو قريبة من خط ينحرف قليلًا إلى أعلى بزيادة Z عن الخط الذى يمثل N = Z كما فى الشكل (٤)



▲ شكل (٤) خط الثبات ، كل نقطة على هذا الرسم تمثل نواة مستقرة (للايضاح فقط)

بدراسة الشكل البياني نتبين أن:

- أنوية ذرات العناصر الخفيفة المستقرة يكون فيها عدد النيوترونات يساوى عدد البروتونات وتكون النسبة N : Z هى 1 : 1 ، وتتزايد هذه النسبة تدريجيًا كلما انتقلنا للعناصر الأثقل فى الجدول الدورى إلى أن تصل إلى حوالى 1.53 : 1 فى حالة نواة ذرة الرصاص $^{208}_{82}Pb$.

- نواة العنصر التى يكون موقعها ، على الجانب الأيسر من حزام الاستقرار Belt of stability غالبًا ما تكون نواة غير مستقرة، ويكون عدد النيوترونات بها أكبر من حد الاستقرار ، وتكتسب هذه النواة استقرارها عندما يتحول أحد النيوترونات الزائدة إلى بروتون وانبعاث إلكترون سالب يسمى جسيم بيتا ، ويرمز له بالرمز ($\overline{\beta}$).

- نواة العنصر التى يكون موقعها على الجانب الأيمن من حزام الاستقرار يكون عدد البروتونات بها أكبر من حد الاستقرار ، وتكتسب هذه النواة استقرارها بتحول أحد البروتونات الزائدة إلى نيوترون وانبعاث إلكترون موجب يسمى "بوزيترون" ويرمز له (β^+) ، وبذلك تتعدل النسبة النيوترون - بروتون بالنواة لتقترب من حزام الاستقرار.

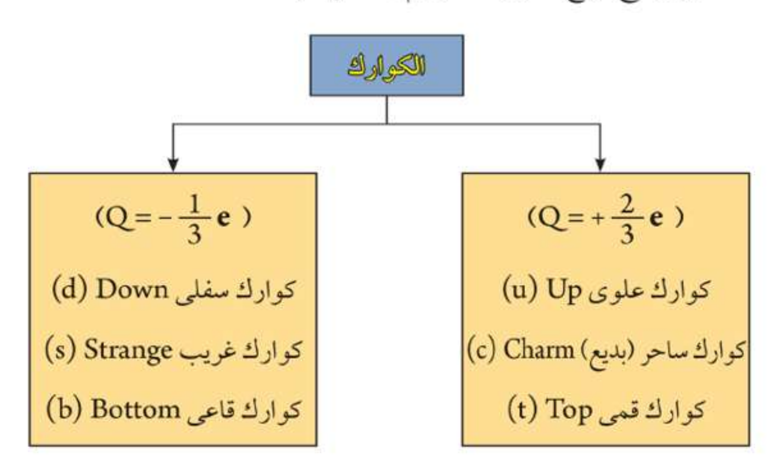
- نواة العنصر التى يكون عددها الذرى كبيرًا ويكون موضعها أعلى حزام الاستقرار يمكن أن تكتسب استقرارها بانبعاث (2 بروتون + 2 نيوترون) على شكل دقيق أطلق عليها دقيقة ألفا ويرمز لها بالرمز (α).



مفهوم الكوارك Quark

في عام 1964م أثبت العالم (موري جيل مان) أن البروتونات عبارة عن تجمع من جسيمات أولية أطلق عليها اسم كواركات " ، يبلغ عددها ستة أنواع وكل كوارك يتميز برقم يرمز له بالرمز Q يعبر عن شحنة منسوبة إلى شحنة الإلكترون وتأخذ القيم ($-\frac{1}{3}e$ أو $+\frac{2}{3}e$)

والمخطط التالى يوضح أنواع الكواركات وقيم Q لكل منها :



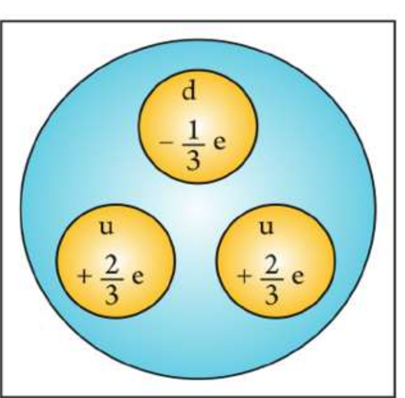
تركيب البروتون

يتركب البروتون من ارتباط 2 كوارك علوى (u) مع

1 كوارك سفلى (d)

وتفسر الشحنة الكهربية الموجبة للبروتون Q_p بأنها مجموع شحنات الكواركات الثلاثة المكونة له.

$$Q_p = \underset{(u)}{\frac{2}{3}} + \underset{(u)}{\frac{2}{3}} - \underset{(d)}{\frac{1}{3}} = +1$$



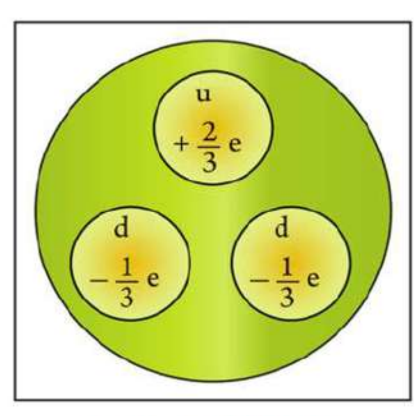
▲ شكل (٥) تركيب البروتون

تركيب النيوترون

يتركب النيوترون من ارتباط 1 كوارك علوى (u) مع 2 كوارك سفلى (d)

وتفسر الشحنة الكهربية المتعادلة للنيوترون Q_n بأنها مجموع شحنات الكواركات الثلاثة المكونة له.

$$Q_n = \underset{(u)}{\frac{2}{3}} + (-\underset{(d)}{\frac{1}{3}}) + (-\underset{(d)}{\frac{1}{3}}) = 0$$



▲ شكل (٦) تركيب النيوترون



الفصل الثانى: النشاط الإشعاعى والتفاعلات النووية

Radioactivity and Nuclear Reactions

نواتج التعلم

فى نهاية هذا الفصل يصبح الطالب قادرًا على أن:

- يتفهم ظاهرة النشاط الإشعاعى.
- يقارن بين إشعاعات ألفا وبيتا وجاما.
- يتفهم المقصود بعمر النصف للعنصر المشع.
- يصنف التفاعلات النووية.
- يقارن بين تفاعلات الانشطار النووى والاندماج النووى.
- يفهم الاساس العلمى لعمل المفاعل النووى.
- يحدد بعض الآثار الضارة للإشعاع.
- يعدد بعض الاستخدامات السلمية للإشعاع.

من الكشوف الهامة التى أدت إلى تطور كبير فى معلوماتنا عن الذرة وتركيبها، كشف ظاهرة النشاط الإشعاعى. اكتشف هذه الظاهرة العالم هنرى بيكريل فى أوائل عام ١٨٩٦م، وكان أول من أطلق على هذه الظاهرة هذا الاسم مدام كورى وذلك عام ١٨٩٨م

عند كشف ظاهرة النشاط الإشعاعى كان اهتمام الباحثين موجهًا إلى معرفة طبيعة الإشعاعات المنطلقة من المواد المشعة ومقارنة خواصها واتبع فى ذلك طريقتان هما:

- اختبار مقدرة الإشعاعات على اختراق المواد.
- قياس انحراف الإشعاعات بتأثير كل من المجال المغناطيسى والمجال الكهربى.

دلت التجارب أن هناك ثلاثة إشعاعات مختلفة تنطلق من المواد ذات النشاط الأشعاعى الطبيعى وهى:

- إشعاعات ألفا α: هى عبارة عن دقائق تتكون كل منها من بروتونين ونيوترونين. أى أن كل دقيقة من دقائق ألفا عبارة عن نواة ذرة الهيليوم لذا يرمز لدقيقة ألفا فى التفاعلات النووية بالرمز $^{4}_{2}He$.

✪ إشعاعات بيتا : هى دقائق تحمل صفات الإلكترونات ($^{0}_{-1}e$) من حيث الكتلة والسرعة ، وتنبعث دقائق بيتا من أنوية ذرات العناصر المشعة أو فى التفاعلات النووية وكتلة دقيقة بيتا مهملة بالنسبة لوحدة الكتل الذرية وشحنتها تعادل وحدة الشحنات السالبة ويرمز لها بالرمز (β^-).

✪ أشعة جاما : هى عبارة عن موجات كهرومغناطيسية ذات طول موجى قصير جدًا تساوى سرعتها سرعة الضوء ، وهى أقصر الأمواج الكهرومغناطيسية فى طولها الموجى بعد الأشعة الكونية وبذلك فإن ترددها كبير ، وطاقة فوتوناتها كبيرة ، ولأنها أمواج كهرومغناطيسية فانها لا تحمل شحنة ، وليس لها كتلة وبالتالى فإن انبعاثها من نواة ذرة العنصر المشع لا يؤدى إلى تغير فى العدد الذرى أو عدد الكتلة لهذه النواة. وتنبعث أشعة جاما من نوى ذرات العناصر عندما تكون هذه النوى غير مستقرة (تكون طاقتها زائدة عما هى عليه فى حالة استقرارها).

والجدول التالى ، يوضح مقارنة بين خواص الأنواع الثلاثة من الاشعاعات التى تنطلق من مادة مشعة.

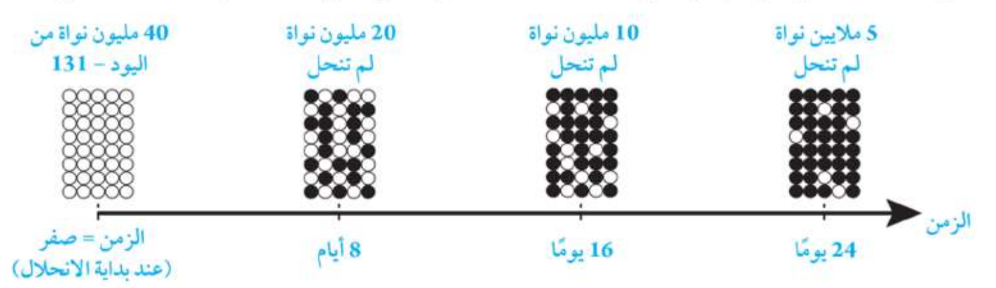
الإشعاع	الرمز	طبيعة الإشعاع	الكتلة التقريبية	القدرة على تأين ذرات الوسط الذى تمر فيه	القدرة على النفاذ	الانحراف بالمجال الكهربى أو المغناطيسى
ألفا	α $^{4}_{2}He$	نواة هيليوم 2 بروتون 2 نيوترون	أربعة أمثال كتلة البروتون	لها قدرة قوية	ضعيفة – فورقة بسمك ورقة كراس تمنع مرورها	انحراف صغير
بيتا	β $^{0}_{-1}e$	إلكترون	$\frac{1}{1800}$ من كتلة البروتون	أقل من قدرة ألفا	متوسطة فشريحة من الألومنيوم سمكها 5 mm تمنع مرورها	انحراف كبير
جاما	γ	موجات كهرومغناطيسية	-----	أقل الاشعاعات قدرة	عالية جداً أكثرهم قدرة على النفاذ وتستطيع المرور خلال شريحة من الرصاص سمكها بضع سنتيمترات ولكن شدتها تقل	لا تنحرف

▲ جدول (٢) يوضح مقارنة بين أنواع الاشعاعات

عمر النصف Half-life

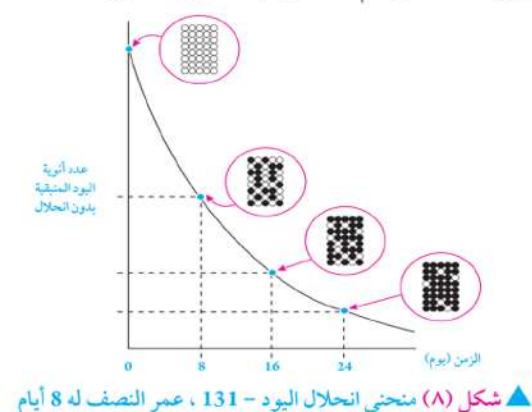
عندما تنبعث دقائق ألفا أو دقائق بيتا أو أشعة جاما من نواة ذرة عنصر مشع فإنه يقال : إن هذه النواة حدث لها انحلال اشعاعى ويقل نشاط المادة المشعة بمرور الزمن ويسمى الزمن اللازم لتحلل عدد أنوية ذرات العنصر المشع إلى النصف بعمر النصف $t_{\frac{1}{2}}$.

فإذا أخذنا على سبيل المثال عينة من عنصر اليود المشع (يود – 131) تنحل نواة واحدة فقط كل ثانية من بين 1000,000 نواة يود موجودة فى هذه اللحظة. والشكل التالى يمثل انحلال (يود – 131)، شكل (٩).



▲ شكل (٧) مقدار الزمن الذى ينقص فيه عدد أنوية اليود بالإشعاع إلى نصف العدد الأصلى يسمى "عمر النصف" . فى هذا الشكل ○ تمثل مليون نواة يود لم تنحل أما ● تمثل مليون نواة يود انحلت

ويمكن تمثيل انحلال يود – 131 برسم علاقة بيانية كما فى الشكل (٨)



▲ شكل (٨) منحنى انحلال اليود – 131 ، عمر النصف له 8 أيام

مثال:

احسب عمر النصف لعنصر مشع ، إذا علمت أن عينة منه كتلتها 12 g يتبقى منها 1.5 g بعد مرور 45 days

الحل:

$$12\text{ g} \xrightarrow[(1)]{t_{\frac{1}{2}}} 6\text{ g} \xrightarrow[(2)]{t_{\frac{1}{2}}} 3\text{ g} \xrightarrow[(3)]{t_{\frac{1}{2}}} 1.5\text{ g}$$

$$\because D = 3 \qquad \therefore\ t_{\frac{1}{2}} = \frac{t}{D} = \frac{45}{3} = 15\text{ days}$$



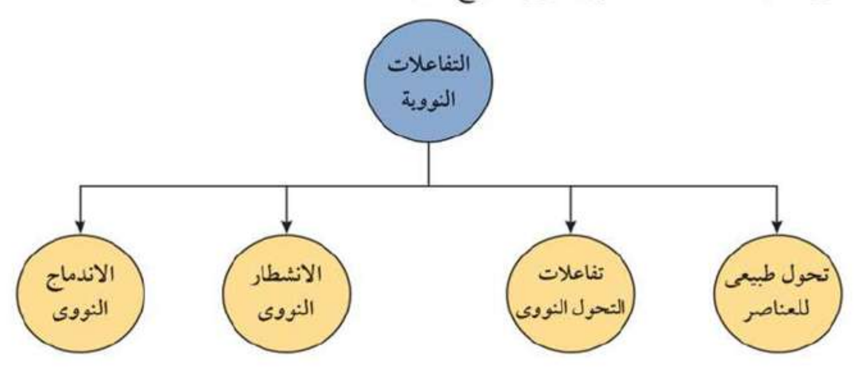
ماذا يقصد بقولنا إن عمر النصف لليود المشع 131 يساوى 8 days ؟

يعنى هذا أن الزمن الذى يتناقص فيه عدد أنوية عنصر اليود المشع إلى نصف عددها الأصلى عن طريق الانحلال الإشعاعى ، هذا الزمن يساوى 8 days. وتستخدم فترة عمر النصف فى تحديد عمر الصخور والمومياء.

التفاعلات النووية Nuclear Reactions

التفاعلات النووية هى عمليات تتضمن تغير تركيب أنوية ذرات العناصر المتفاعلة وتكوين أنوية ذرات عناصر جديدة عندما تلتقى أنوية الذرات المتفاعلة، والتفاعلات النووية تختلف عن التفاعلات الكيميائية؛ فالتفاعل الكيميائى يحدث بين ذرات العناصر عن طريق الارتباط بين الإلكترونات الموجودة فى مستويات الطاقة الخارجية لذرات العناصر المتفاعلة ولا يحدث تغير لنوى هذه الذرات.

ويمكن تصنيف التفاعلات النووية إلى الأنواع التالية:



التحول الطبيعى للعناصر Natural Transmutation

يحدث هذا التحول لأنوية ذرات العناصر التى تقع أعلى حزام الاستقرار أو أسفله ، حيث يكون لهذه الأنوية نسبة ($\frac{N}{Z}$) تختلف عن هذه النسبة للأنوية المستقرة التى تقع على الحزام ، وتكون نتيجة هذا التحول أن تتغير النواة غير المستقرة تغيرًا تلقائيًا متحولة إلى نواة أخرى بانبعاث إشعاع ألفا أو إشعاع بيتا.

فمثلًا : تنحل نواة اليورانيوم – 238 متحولة إلى نواة الثريوم – 234 وذلك بانبعاث دقيقة ألفا وتوصف هذه العملية بالمعادلة النووية التالية :

$$^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$$

ويلاحظ من هذه المعادلة أن اليورانيوم – 238 تحول إلى عنصر آخر هو الثوريوم – 234 ويلاحظ أيضًا أن عدد الكتلة (A) للنواة الأصلية يساوى مجموع أعداد الكتلة لدقيقة ألفا والنواة الناتجة. كذلك العدد الذرى (Z) يكون متساويًا فى طرفى المعادلة.

كذلك نواة ذرة الكربون المشع $^{14}_{6}C$ تتحول إلى نواة ذرة النيتروجين $^{14}_{7}N$ بانبعاث دقيقة بيتا. وتذكر أن دقيقة بيتا هى إلكترون ينبعث من النواة ، ويعبر عن هذا التفاعل بالمعادلة النووية التالية :

$$^{14}_{6}C \longrightarrow ^{14}_{7}N + ^{0}_{-1}e$$

لاحظ أنه عند انبعاث دقيقة بيتا فإن نيوترونًا فى نواة الكربون قد تحول إلى بروتون مما يؤدى إلى زيادة العدد الذرى بمقدار واحد ، وأن عدد الكتلة (عدد النيوكليونات) يظل كما هو ، ولاحظ أيضًا أن دقيقة بيتا يرمز لها بالرمز $^{0}_{-1}e$ ، حيث يمثل الرقم (1 –) شحنة الإلكترون ، أما الصفر فإنه يعنى أن الكتلة مهملة بمقارنتها بكتلة البروتون أو النيوترون فى هذه المعادلة نلاحظ اتزان كل من عدد الكتلة (A) والعدد الذرى (Z)

التحول النووى (العنصرى) Nuclear Transmution

إذا أريد لنواتين أن تتفاعلا يتم تسريع إحداها ، بحيث تكتسب طاقة حركة مناسبة ، بحيث تستطيع الاقتراب من النواة الأخرى. النواة التى يتم تسريعها تسمى "القذيفة" أما النواة الأخرى تسمى "الهدف" ومن أمثلة القذائف :

البروتون $^{1}_{1}H$ ، الديوترون $^{2}_{1}H$ ، دقيقة ألفا $^{4}_{2}He$ والنيوترون $^{1}_{0}n$

وهذه القذائف يمكن تسريعها باستخدام أجهزة تسمى المعجلات النووية مثل الفاندجراف والسيكلترون.
لقد كان أول من أجرى تفاعلًا نوويًّا صناعيًا هو العالم رذرفورد عام ١٩١٩م ، حيث اكتشف أنه عند مرور دقائق ألفا فى غاز النيتروجين فإن دقيقة ألفا تمتزج بنواة ذرة النيتروجين مكونة نواة ذرة الفلور [$^{18}_{9}F^{*}$] وتسمى "النواة المركبة" هذه النواة تكون غير مستقرة وذات طاقة عالية ، وتتخلص من الطاقة الزائدة لكى تعود إلى وضع الاستقرار فينطلق بروتون سريع $^{1}_{1}H$ وتتحول نواة ذرة النيتروجين إلى نواة ذرة أكسجين. ومن هنا فإنه يمكن النظر لهذا التحول النووى على أنه يتم على خطوتين :

- الخطوة الأولى : $^{4}_{2}He + ^{14}_{7}N \longrightarrow [^{18}_{9}F^{*}]$
- الخطوة الثانية : $[^{18}_{9}F^{*}] \longrightarrow ^{17}_{8}O + ^{1}_{1}H$

ومن الواضح أنه فى التحول النووى تتحول العناصر المتفاعلة إلى عناصر أخرى مختلفة. ففى تجربة رذرفورد هذه تحول النيتروجين إلى أكسجين. وفيما يلى أمثلة أخرى على التحول النووي تؤدى إلى تحول العناصر إلى عناصر أخرى :

$$^{27}_{13}Al + ^{1}_{1}H \longrightarrow [^{28}_{14}Si^{*}] \longrightarrow ^{24}_{12}Mg + ^{4}_{2}He$$

$$^{26}_{12}Mg + ^{2}_{1}H \longrightarrow [^{28}_{13}Al^{*}] \longrightarrow ^{24}_{11}Na + ^{4}_{2}He$$

$$^{6}_{3}Li + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{3}_{1}H + ^{4}_{2}He$$

ومن المهم أن ننتبه عند موازنة المعادلات النووية إلى مراعاة قانونى حفظ الشحنة وحفظ المادة والطاقة.

ويقتضى قانون حفظ الشحنة أن يكون مجموع الأعداد الذرية فى طرف المعادلة الأيسر مساويًا لمجموع الأعداد الذرية فى طرف المعادلة الأيمن. ويقتضى قانون حفظ الكتلة والطاقة أن يحفظ عدد الكتلة ، أى يكون مجموع أعداد الكتلة فى طرف المعادلة الأيسر مساويًا لمجموع أعداد الكتلة فى الطرف الأيمن.

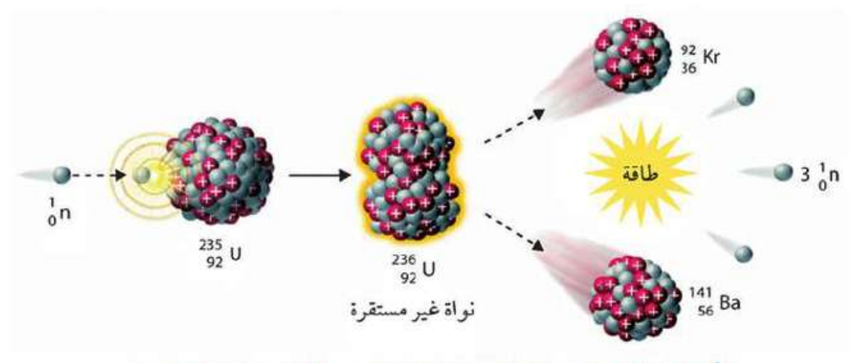
الانشطار النووى Nuclear Fission

توصل العلماء عام ١٩٣٩م لنوع من التفاعلات النووية سمى الانشطار النووى ، والانشطار النووى هو انقسام نواة ثقيلة إلى نواتين متقاربتين فى الكتلة نتيجة تفاعل نووى معين. فعندما تقذف نواة ذرة اليورانيوم – 235 بنيوترون ، ولا يحتاج النيوترون لسرعة عالية لكى يستطيع دخول النواة فهو لا يلاقى تنافرًا ، حيث إنه يعتبر قذيفة متعادلة ، فإن النيوترون البطيء يدخل إلى نواة اليورانيوم – 235 التى تتحول إلى نظير يورانيوم – 236 وهو نظير غير مستقر لا يزيد مدة بقاؤه عن 10^{-12} ثانية ، تنشطر بعدها النواة $^{236}_{92}U$ إلى نواتين (X) ، (Y) تسميان شظايا الانشطار النووى ، وهناك العديد من الاحتمالات الممكنة لهذه الشظايا ، إذ يوجد حوالى 90 نواة وليدة مختلفة يمكن أن تنتج من هذا الانشطار ، كما ينتج فى الغالب ما بين نيوترونين أو ثلاثة فى العملية ، ويمكن تمثيل هذا التفاعل بالمعادلة التالية :

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \longrightarrow [^{236}_{92}U] \longrightarrow X + Y + 2 \text{ or } 3\,^{1}_{0}n$$

ومن النواتج الشهيرة للتفاعل الانشطارى الباريوم والكريبتون طبقًا للمعادلة:

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{141}_{56}Ba + ^{92}_{36}Kr + 3\,^{1}_{0}n$$



▲ شكل (٩) يمثل عملية انشطار نواة اليورانيوم – 235 عند قذفها بنيوترون

الاندماج النووى Nuclear Fussion

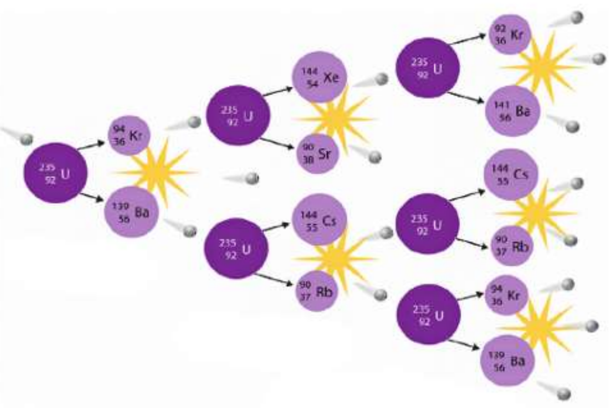
يسمى انقسام نواة ثقيلة إلى نواتين متوسطتين بالانشطار النووى ، وعكس هذا التفاعل أى دمج نواتين خفيفتين لتكوين نواة أثقل منهما هو تفاعل نووى آخر يطلق عليه اسم «الاندماج النووى» فعلى سبيل المثال إذا دمج ديوترونان معًا لتكوين نواة هيليوم ، فإن كتلة نواة الهيليوم والنيوترون تقل عن مجموع كتلتى الديوترونين ، يتحول هذا الفرق فى الكتلة إلى طاقة مقدارها 3.3 مليون إلكترون فولت تتحرر مع دمج هذين الديوترونين. هذا الاندماج النووى يمكن تمثيله بالمعادلة النووية التالية :

$$^{2}_{1}H + ^{2}_{1}H \longrightarrow ^{3}_{2}He + ^{1}_{0}n + 3.3\ MeV$$

ولحدوث الاندماج النووى يلزم توفر درجة حرارة عالية تصل إلى رتبة 10^7 درجة مطلقة. ونظرًا لارتفاع درجة الحرارة هذه ، فإن الاندماج النووى يصعب تحقيقه فى المختبرات ، غير أن هذا التفاعل يحدث داخل الشمس (كما يحدث داخل معظم النجوم) ، حيث تصل درجة الحرارة إلى ملايين الدرجات المئوية والاندماج النووى هو مصدر الطاقة المدمرة للقنبلة الهيدروجينية.

المفاعل النووى Nuclear Reactor

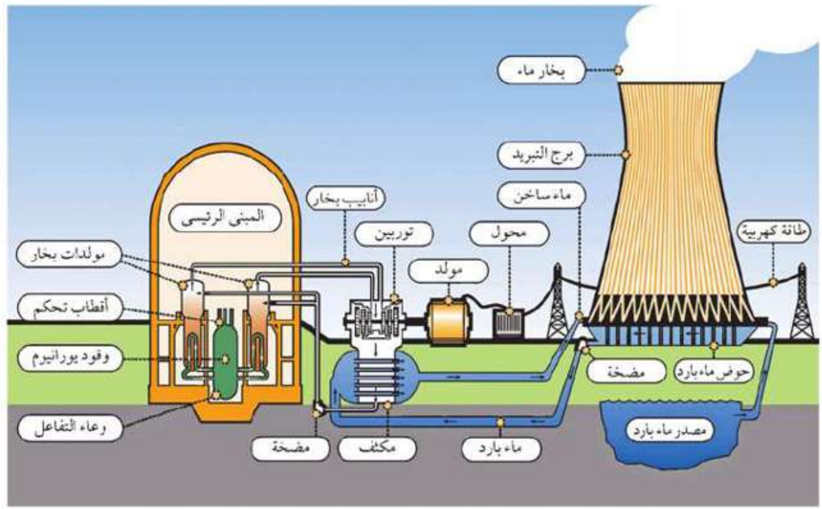
رأينا فى عملية الانشطار النووى أن مجموعة من النيوترونات تنتج من التفاعل بالإضافة إلى شظايا الانشطار. ويستطيع كل من هذه النيوترونات (إذا كانت سرعته مناسبة) أن يشطر نواة جديدة من نوى $^{235}_{92}U$ وينتج عن هذه الانشطارات الجديدة نيوترونات جديدة أخرى تستطيع أن تقوم بالعملية السابقة نفسها فتشطر نوى أخرى من نوى $^{235}_{92}U$ ... وهكذا. ويطلق على هذا التفاعل اسم "**التفاعل المتسلسل**". ويوضح شكل (١٠) كيفية مضاعفة عدد النوى التى تنشطر إذا استمر التفاعل بهذا الشكل.



▲ شكل (١٠) التفاعل المتسلسل يبدأ بالتقاط نواة ذرة اليورانيوم لنيوترون

ويتولد عن التفاعل المتسلسل طاقة حرارية ضخمة تتزايد باستمرار التفاعل إذا أمكن استخدام أكبر عدد من النيوترونات الناتجة وهذا هو مبدأ عمل القنبلة الانشطارية. إذا اردنا للتفاعل المتسلسل أن يستمر

بطريقة ذاتية فإنه يلزم حجم معين من اليورانيوم – 235 يسمى «الحجم الحرج» وهو عبارة عن كمية من اليورانيوم – 235 يقوم فيها نيوترون واحد – فى المتوسط – من كل تفاعل ببدء تفاعل جديد، وبهذه الطريقة يظل التفاعل مستمرًا بنفس معدله الإبتدائى البطئ، وإذا كانت الكمية المستخدمة من اليورانيوم أكبر بكثير من الحجم الحرج، فإن التفاعل سيستمر بمعدل سريع يؤدى إلى حدوث إنفجار (وقد يكون هذا مطلوبًا فى صناعة قنبلة نووية) وإذا أردنا التحكم فى التفاعل المتسلسل بحيث ينتج فى النهاية طاقة ولا يحدث انفجار ففى هذه الحالة لابد من التحكم فى عدد النيوترونات الناتجة من التفاعل المتسلسل ويتم ذلك فى المفاعل النووى باستخدام قضبان من الكادميوم ماصة للنيوترونات، وعند وضعها داخل المفاعل فإن التفاعل النووى المتسلسل يأخذ فى الإبطاء، ويمكن ضبط معدله بشكل جيد بالتحكم فى وضع قضبان الكادميوم وعددها والمفاعل النووى يعتبر مصدرًا للطاقة الحرارية التى تستخدم لتوليد البخار الذى يستخدم بالتالى فى توليد الطاقة الكهربية عن طريق استخدام توربينات بخارية.



▲ شكل (١١) شكل تخطيطى لمفاعل نووى لإنتاج الطاقة (للإطلاع فقط)

مقارنة بين التفاعلات الكيميائية والتفاعلات النووية :

التفاعلات الكيميائية	التفاعلات النووية
تتم عن طريق إلكترونات المستوى الخارجى	تتم عن طريق مكونات أنوية الذرات
لا ينتج عنها تحول العنصر إلى عنصر آخر	غالبًا ما يصاحبها تحول العنصر إلى عنصر آخر أو نظير
لا تختلف نواتج التفاعل باختلاف نظير العنصر	نظائر العنصر الواحد تعطى نواتج مختلفة
الطاقة الناتجة صغيرة	الطاقة الناتجة هائلة

▲ جدول (٣) مقارنة بين التفاعلات الكيميائية والتفاعلات النووية



الاستخدامات السلمية للإشعاع

تستخدم المواد المشعة فى مجالات عديدة كالطب والصناعة والزراعة والبحث العلمى ، كما أن الطاقة النووية الهائلة التى تنطلق فى المفاعلات النووية تستخدم لإنتاج الطاقة الكهربية فى محطات القوى الكهربية. وسوف نذكر فيما يلى أمثلة لاستخدامات المواد المشعة فى بعض المجالات.

فى مجال الطب :

تستخدم أشعة جاما التى تنبعث من نظير الكوبلت – 60 أو السيزيوم – 137 فى قتل الخلايا السرطانية وذلك بتوجيه أشعة جاما إلى مركز الورم ، كذلك يستخدم الراديوم – 226 فى شكل إبر تغرس فى الورم السرطانى بهدف قتل خلاياه.

فى مجال الصناعة :

تستخدم أشعة جاما فى التحكم الآلى فى بعض خطوط الإنتاج ومثال ذلك عملية التحكم الآلى فى صب الصلب المنصهر، حيث يتم وضع مصدر لأشعة جاما مثل الكوبلت – 60 أو السيزيوم – 137 عند أحد جوانب آلة الصب ويوضع فى الجانب الآخر كاشف اشعاعى يستقبل أشعة جاما ، وعندما تصل كتلة الصلب إلى أبعاد معينة لا يستطيع الكاشف استقبال أشعة جاما ، وهنا يتم وقف عملية الصب.

فى مجال الزراعة :

يتم تعريض البذور لجرعات مختلفة من أشعة جاما بغرض حدوث طفرات بالأجنة بها وانتخاب الصالح منها لإنتاج نباتات أكثر إنتاجية وأكثر مقاومة . كما تستخدم أشعة جاما لتعقيم المنتجات النباتية والحيوانية لحفظها من التلف وإطالة فترة تخزينها ، كذلك تستخدم أشعة جاما لتعقيم ذكور الحشرات للحد من انتشار الآفات.

فى مجال البحوث العلمية :

تستخدم المفاعلات النووية البحثية فى تحضير العديد من النظائر المشعة التى تستخدم فى بحوث علمية عديدة ، منها إمكان معرفة ما يحدث فى النبات بوضع مواد مشعة فى المواد الأساسية التى يستخدمها النبات ثم تتبع الإشعاعات الصادرة من هذه المواد لمعرفة دوراتها فى النبات كإدخال ماء به أكسجين مشع وتتبع أثره.




الآثار الضارة للإشعاع

بصفة عامة يوجد نوعان من الإشعاع :

- **الإشعاع المؤين** : وهو الذى يحدث تغيرات فى تركيب الأنسجة التى تتعرض له، ويتضمن على سبيل المثال أشعة ألفا وأشعة بيتا وأشعة جاما ، وكذلك الأشعة السينية فعندما تتصادم هذه الإشعاعات مع ذرات أى مادة فإنها تؤينها ؛ لذلك تسمى بالإشعاعات المؤينة.
- **الإشعاع غير المؤين** : وهو لا يحدث تغيرات فى تركيب الأنسجة التى تتعرض له ، ومن أمثلة هذا الإشعاع ، إشعاعات الراديو المنبعثة من الهاتف المحمول ، والميكروويف ، والضوء والأشعة تحت الحمراء والأشعة فوق البنفسجية وأشعة الليزر.

أولاً : أضرار الإشعاع المؤين :

عند سقوط الإشعاعات المؤينة على الخلية فإنها تؤدى إلى تأين جزيئات الماء الذى يمثل الجزء الأكبر من أى خلية حية ، وهذا يؤدى إلى إتلاف الخلية وتكسير الكروموسومات وإحداث بعض التغيرات الجينية.

وعلى المدى البعيد تحدث آثار فى الخلية تؤدى إلى :

- موت الخلية.
- منع أو تأخر انقسام الخلية أو زيادة معدل انقسامها مما يؤدى إلى الأورام السرطانية.
- حدوث تغيرات مستديمة فى الخلية تنتقل وراثيا إلى الأجيال التالية وتكون النتيجة ظهور مواليد جديدة مختلفة عن الأبوين المنتجين.

ثانياً : أضرار الإشعاع غير المؤين :

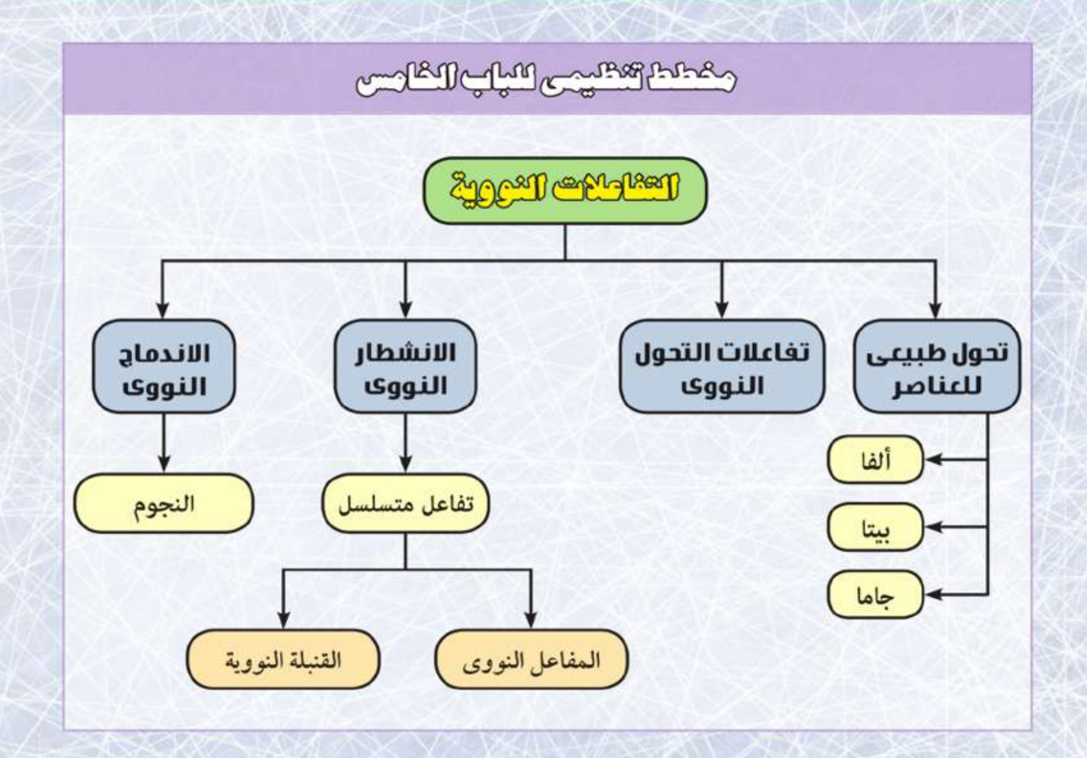
على سبيل المثال ، إن الإشعاعات الصادرة من أبراج المحمول قد تسبب تغيرات فسيولوجية فى الجهاز العصبى ، وينتج عن ذلك أن سكان المناطق القريبة من هذه الأبراج يعانون من الصداع ودوخة وأعراض إعياء وقد اتفق العلماء أنه يجب ألا تقل المسافة بين المساكن وبرج الهاتف المحمول عن 6 أمتار وهى مسافة آمنة.

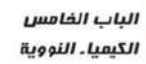
أما بالنسبة للهاتف المحمول فإن خطورته تكمن فى أشعة المذياع (الراديو) المنبعثة منه ، حيث يؤثر المجال المغناطيسى والكهربى لهذه الأشعة على الخلايا علاوة على ارتفاع درجة الحرارة فى الخلايا نظرًا لامتصاص الخلايا للطاقة وقد أشارت بعض الأبحاث إلى أن استخدام الحاسب المحمول (اللاب توب) بوضعه على الركبتين يؤثر على الخصوبة.

المصطلحات الأساسية فى الباب الخامس

- النظائر : ذرات العنصر نفسه تتفق فى عددها الذرى (z) وتختلف فى عدد النيوترونات فى النواة.
- القوى النووية : هى القوى التى تعمل على ترابط النيوكليونات داخل النواة.
- يتركب البروتون من ارتباط 2 كوارك علوى (u) مع 1 كوارك سفلى(d)
- يتركب النيوترون من ارتباط 1 كوارك علوى (u) مع 2 كوارك سفلى(d)
- عمر النصف : هو الزمن الذى يتناقص فيه عدد أنوية العنصر المشع إلى نصف عددها الأصلى عن طريق الإنحلال الإشعاعى.
- الإنشطار النووى : انقسام نواة ثقيلة إلى نواتين متقاربتين فى الكتلة نتيجه لتفاعل نووى.
- الاندماج النووى : تفاعل نووى يتم فيه دمج نواتين خفيفتين لتكوين نواة أثقل.

مخطط تنظيمى للباب الخامس



أنشطة وأسئلة الباب الخامس





الفصل الأول : نواة الذرة والجسيمات الأولية

نشاط تطبيقى : النظائر النووية

الهدف من النشاط

- ☑ يتعرف المقصود بالنظائر النووية.
- ☑ يقارن بين نظائر أنوية ذرات نفس العنصر.

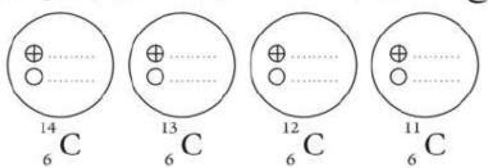


المهارات المرجو اكتسابها

- ☑ المقارنة – الاستنتاج.

خطوات إجراء النشاط :

- المعطيات : الكربون له أربع نظائر هى : $^{11}_{6}C$ ، $^{12}_{6}C$ ، $^{13}_{6}C$ ، $^{14}_{6}C$.
- المطلوب : إذا مثلنا البروتون بالشكل ⊕ ، والنيوترون بالشكل ○ وضح عدد البروتونات وعدد النيوترونات فى نواة كل نظير .



تحليل النتائج :

- ما أكثر نظائر الكربون انتشارًا فى الطبيعة ؟ ....
- أى من هذه الأنوية أكثر استقرارًا ؟ ....
- هل ذرات النظائر لها نفس الخواص الكيميائية ؟ فسر إجابتك .

....

- أكمل الجدول التالى :

رمز النواة	رقم الكتلة	الرقم الذرى	عدد النيوترونات	عدد النيوكليونات
$^{11}_{6}C$	....	....	....	....
$^{12}_{6}C$	....	....	....	....
$^{13}_{6}C$	....	....	....	....
$^{14}_{6}C$	....	....	....	....

الاستنتاج :

- النظائر هى ....





نشاط تطبيقى : دراسة ثبات الأنوية

الهدف من النشاط

☑ الربط بين نسبة عدد النيوترونات إلى البروتونات فى النواة والثبات النووى.

المهارات المرجو اكتسابها

☑ تفسير البيانات – التطبيق – الاستنتاج.



خطوات إجراء النشاط :

- المعطيات : الشكل البيانى التالى يوضح العلاقة بين عدد النيوترونات وعدد البروتونات لأنوية ذرات العناصر المستقرة الموجودة فى الجدول الدورى.
- ادرس هذا الشكل ثم أجب عن الأسئلة التالية :

أ. ماذا يمثل الخط المنقط فى الرسم ؟ ....

ب. A ، B ، C تمثل موضع ثلاثة أنوية لذرات عناصر خارج منطقة الاستقرار ، أى من هذه الأنوية يكتسب استقرارًا بانبعاث دقيقة β ؟ فسِّر إجابتك . ...

....

جـ. الجدول التالى يتضمن بعض أنوية تتصف بالثبات. أكمل بيانات الجدول :

النواة	عدد النيوترونات	عدد البروتونات	النسبة (N /Z)
$^{208}_{82}Pb$	....	....	....
$^{56}_{26}Fe$	....	....	....
$^{40}_{20}Ca$	....	....	....
$^{23}_{11}Na$	....	....	....

- كيف تربط بين نسبة (N /Z) لهذه الأنوية والثبات النووى ؟

....





نشاط تطبيقى : الكواركات




الهدف من النشاط

☑ حساب الشحنة الكهربية لبعض الجسيمات النووية.

المهارات المرجو اكتسابها

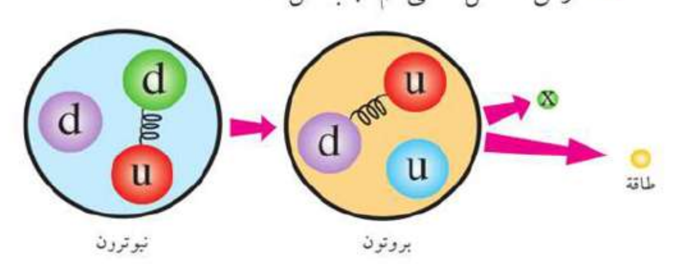
☑ استذكار مصطلحات – مقارنة البيانات – استخلاص نتائج.



✪ الجدول التالى يوضح قيمة رقم الشحنة Q للكواركات u ، d ، s نسبة إلى شحنة الإلكترون.

الكوارك	Q
u	$+\frac{2}{3}e$
d	$-\frac{1}{3}e$
s	$-\frac{1}{3}e$

✪ ادرس الشكل التالى ثم اجب عن الأسئلة :



أ. احسب الشحنة الكهربائية لكل من : البروتون – النيوترون.

....

ب. اكتب معادلة تحول النيوترون إلى بروتون.

....

ج. ما هى شحنة الجسيم (X) ؟

....

أسئلة تقويمية

أولًا : اختر الإجابة الصحيحة :

(١) إذا كانت طاقة الترابط النووى لنواة الهيليوم ($^{4}_{2}He$) تساوى 28 MeV فإن طاقة الربط النووى لكل نيوكليون فى نواة الهيليوم بالمليون إلكترون فولت تساوى ....

أ. 7   ب. 14

جـ. 56   د. 112

(٢) إذا كان الفرق بين مجموع كتل مكونات النواة لذرة الحديد ($^{56}_{26}Fe$) وكتلة النواة وهى متماسكة هو 0.5 u فإن طاقة الترابط النووى لنواة ذرة الحديد تكون ....

أ. 0.8×10^{-19} MeV   ب. 0.5 Joule

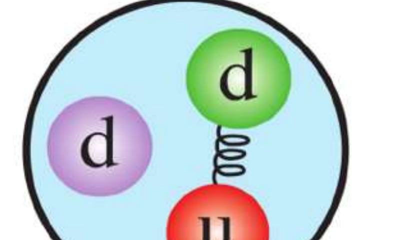
جـ. 0.5 MeV   د. 465.5 MeV

(٣) عندما يتحول البروتون إلى نيوترون ينطلق ....

أ. β^- ب. β^+

جـ. α د. δ

(٤) الرسم التالى يمثل تركيب ....



أ. بروتون   ب. نيوترون

جـ. إلكترون   د. ميزون



ثانيًا : حل المسائل التالية :

استخدم العلاقات التالية عند الحاجة إليها:

كتلة البروتون = $1.007825\ u$ – كتلة النيوترون = $1.008665\ u$ – سرعة الضوء = $3 \times 10^8\ m/s$

$1\ u = 1.66 \times 10^{-27}\ kg$

(١) استخدم معادلة اينشتين لحساب الكتلة بالكيلوجرام التى تتحول إلى طاقة مقدارها 190 MeV.

....

(٢) احسب الطاقة ، مقدرة بوحدات MeV الناتجة عن تحول 5 g من مادة إلى طاقة.

....

(٣) احسب طاقة الترابط للنواة $^{4}_{2}He$ مقدرة بوحدات MeV، ثم احسب طاقة الترابط لكل نيوكليون فى هذه النواة، إذا علمت أن $^{4}_{2}He = 4.001506\ u$.

....

....

(٤) احسب طاقة الترابط للنواة $^{16}_{8}O$ ، مقدرة بوحدات MeV، ثم احسب طاقة الترابط لكل نيوكليون فى هذه النواة ، إذا علمت أن $^{16}_{8}O = 15.994915\ u$.

....

....

(٥) أيهما أكثر استقراراً النواة $^{16}_{8}O$ أم النواة $^{17}_{8}O$ ، إذا علمت أن :

$$^{16}_{8}O = 15.994915\ u\ ,\ ^{17}_{8}O = 16.999132\ u$$

....

....

ثالثًا : ابحث وتعلم :

استخدم شبكة الإنترنت فى عمل بحث للتعرف على مصدر اسم "كوراك **Quark** " . ومن هو مكتشف هذه الجسيمات الأولية . وما أنواع الكواركات . اكتب تقريرًا واعرض على زملائك باستخدام الكمبيوتر وبرنامج **Power point**.





الفصل الثانى : النشاط الاشعاعى والتفاعلات النووية

نشاط تطبيقى : عمر النصف لمادة مشعة

الهدف من النشاط

☑ استخدام العلاقة البيانية بين الزمن وعدد الأنوية المتبقية فى حساب فترة عمر النصف.

المهارات المرجو اكتسابها

☑ شرح مفاهيم – عرض البيانات فى رسم بيانى – استخلاص النتائج.

المواد والأدوات المستخدمة

☑ ورقة رسم بيانى.

خطوات إجراء النشاط :

• المعطيات : فى تجربة لقياس عمر النصف لمادة مشعة (الرادون $^{220}_{86}Rn$) كانت العلاقة بين عدد الأنوية المتبقية n بالمليون والزمن t بالثانية كما فى الجدول التالى :

t	0	10	20	30	40	50	55	60	65	70
n	30	26	23	21	18	16	15	14	13	12

• المطلوب : ارسم علاقة بيانية بين عدد الأنوية المتبقية (على المحور الرأسى) والزمن (على المحور الأفقى) فى ورقة الرسم البيانى

تحليل النتائج والاستنتاج :

• احسب عمر النصف لعنصر الرادون المشع .

....

• ماذا يقصد بمقدار عمر النصف الذى حصلت عليه ؟

....

• فى أحدى مراحل انحلال $^{220}_{86}Rn$ بانبعاث دقيقة ألفا :

أ. ما طبيعة دقائق ألفا ؟

....

ب. عندما تنبعث دقيقة ألفا من نواة الرادون – 220 المشع تتحول إلى نظير البولونيوم Po . اكتب المعادلة التى تمثل هذا التحول.

....

أسئلة تقويمية

أولًا : اختر الإجابة الصحيحة :

(١) إحدى الصفات التالية تنطبق على أشعة جاما ....

أ. لها شحنة موجبة   ب. لها شحنة سالبة

جـ. عبارة عن إلكترونات   د. عبارة عن أمواج كهرومغناطيسية

(٢) إذا علمت أن $^{B}_{A}X$ تمثل نواة عنصر باعثة لدقائق ألفا فإن إشعاع نواة هذا العنصر لدقيقة ألفا تمثله المعادلة التالية ....

أ. $^{B}_{A}X \longrightarrow ^{B+4}_{A+2}X + ^{4}_{2}He$ ب. $^{B}_{A}X \longrightarrow ^{B-4}_{A-2}X + ^{4}_{2}He$

جـ. $^{B}_{A}X \longrightarrow ^{A-2}_{B-2}X + ^{4}_{2}He$ د. $^{B}_{A}X \longrightarrow ^{B-2}_{A-4}X + ^{4}_{2}He$

(٣) فى المعادلة $^{4}_{2}He + ^{9}_{4}Be \longrightarrow ^{12}_{6}C + X$ تكون (X) عبارة عن ....

أ. إلكترون   ب. بروتون

جـ. نيوترون   د. أشعة جاما

(٤) ينحل الثوريوم $^{228}_{90}Th$ متحولًا إلى $^{216}_{84}Po$ نتيجة انطلاق عدد من جسيمات ألفا تساوى ....

أ. 2   ب. 3

جـ. 4   د. 5

(٥) (X) نواة ذرة عنصر مشع فقدت (5) جسيمات ألفا على التوالى فتحولت نواته إلى نواة العنصر $^{206}_{80}X$ نواة ذرة العنصر الأصلى X هى ....

أ. $^{216}_{90}X$ ب. $^{216}_{82}X$

جـ. $^{226}_{86}X$ د. $^{226}_{94}X$



٦ واحدة مما يلى لا تنطبق على أشعة ألفا ....

أ. عبارة عن أنوية هيليوم ب. أكثر قدرة على تأين الهواء

جـ. أكثر قدرة على النفاذ فى الهواء د. تتأثر بالمجال المغناطيسى

٧ بعد مرور 12 دقيقة على عينة نقية من عنصر مشع ينحل % 75 من أنوية ذرات هذا العنصر. عمر النصف للعنصر يساوى ....

أ. 3 دقائق ب. 4 دقائق

جـ. 6 دقائق د. 9 دقائق

ثانيًا : أسئلة المقال :

١ قارن بين أشعة ألفا وبيتا من حيث :

أ. شحنة كل منهما

ب. قدرة كل منهما على النفاذ فى الهواء

جـ. قدرة كل منهما على تأين الهواء

٢ ينحل الراديوم $^{220}_{88}Ra$ معطيًا دقيقة ألفا. وضح ذلك بمعادلة نووية مناسبة.

٣ اشرح المراحل الأربعة لحدوث التلف الاشعاعى للخلية.

٤ اشرح الآثار الضارة للإشعاعات الصادرة من جهاز الموبايل ومن جهاز اللاب توب.

٥ اذكر الفرق بين كل مما يأتى :

أ. التفاعل النووى والتفاعل الكيميائى.

ب. الانشطار النووى والاندماج النووى.

جـ. الاشعاع المؤين والاشعاع غير المؤين.



أسئلة مراجعة الباب الخامس

أولًا : اختر الإجابة الصحيحة :

(١) النيوكليونات اسم يطلق على ....

أ. البروتونات ودقائق ألفا ب. دقائق ألفا ودقائق بيتا

جـ. دقائق بيتا والنيوترونات د. النيوترونات والبروتونات

(٢) إى من الصفات التالية لا تنطبق على مفهوم نظائر العنصر الواحد ....

أ. تتفق فى الخواص الكيميائية ب. تتفق فى العدد الذرى

جـ. تتفق فى عدد النيوترونات د. تتفق فى عدد البروتونات

(٣) عينة من عنصر مشع عدد ذراتها (4.8×10^{12} ذرة) وفترة عمر النصف لهذا العنصر سنتان ، فإن عدد أنوية ذرات هذا العنصر التى انحلت بعد 8 سنوات تساوى ....

أ. 2.4×10^{12} ب. 4.2×10^{12}

جـ. 3.6×10^{12} د. 4.5×10^{12}

(٤) رقم الشحنة (Q) لكوارك من النوع (u) يساوى ....

أ. 0 ب. $+\frac{1}{3}$

جـ. $+\frac{2}{3}$ د. -1

(٥) أى الجسيمات التالية نرمز له بالرمز $^{4}_{2}He$ ....

أ. جسيم بيتا ب. جسيم ألفا

جـ. نيوترون د. بروتون

ثانيًا : أكمل المعادلات النووية التالية :

① $^{226}_{88}Ra \longrightarrow ^{4}_{2}He + ...$

② $^{9}_{4}Be + ... \longrightarrow ^{12}_{6}C + ^{1}_{0}n$

③ $^{14}_{7}N + ^{4}_{2}He \longrightarrow ^{1}_{1}H + ...$

ثالثًا : علل لما يأتي :

① الكتلة الفعلية لنواة أى ذرة أقل من مجموع كتل مكوناتها.

② لا يتغير العدد الذرى أو عدد الكتلة للنواة المشعة عند انبعاث أشعة جاما منه.

③ يصعب تحقيق التفاعل النووى الاندماجى فى المختبرات.

رابعًا : حل المسائل التالية :

① اوجد طاقة الترابط لنواة الكربون $^{12}_{6}C$ مقدرة بكل من:

أ. وحدة الكتل الذرية (u)

ب. المليون إلكترون فولت (MeV)

② تسمى نواة ذرة الديوتيريوم بالديوترون، الذى يتكون من نيوترون وبروتون، فإذا علمت أن كتلة الديوترون 2.014102 u وكتلة البروتون 1.007825 u وكتلة النيوترون 1.008665 u، احسب طاقة ترابط الديوترون بوحدات MeV.

③ احسب كمية الطاقة مقدرة بالجول الناتجة عن تحول 3 g من مادة إلى طاقة.

④ احسب مقدار الطاقة الناتجة عن تحول 1.66×10^{-24}g مقدرة بوحدات:

أ. الجول (J).

ب. مليون إلكترون فولت MeV.



علامات الأمان

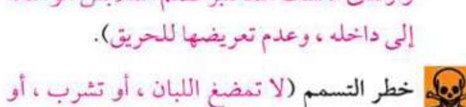
اتبع الاحتياطات اللازمة عند استخدامك جهازًا أو مادّة كيميائية عليها علامات الأمان التالية :

 خطر على العين (استخدم النظارات الواقية).

 معطف مختبر (ارتد معطف المختبر).

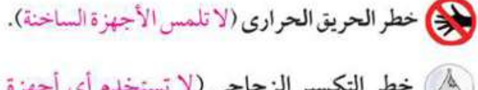
 مادة تآكلية خطرة (استخدم النظارات الواقية ومعطف المختبر ، ولا تلمس المواد الكيميائية).

 خطر الحريق (للفتيات : اربطى شعرك إلى الخلف، وارتدى معطف المختبر لضم الملابس الواسعة إلى داخله ، وعدم تعريضها للحريق).

 خطر التسمم (لا تمضغ اللبان ، أو تشرب ، أو تأكل فى المختبر ، ولا تقرب يديك إلى وجهك).

 خطر الكهرباء (توخَّ الحذر عند استخدامك جهازًا كهربائيًّا).

 خطر الاستنشاق (تجنب استنشاق المواد الكيميائية).

 خطر الحريق الحرارى (لا تلمس الأجهزة الساخنة).

خطر التكسير الزجاجى (لا تستخدم أى أجهزة زجاجية مشروخة أو مكسورة ، ولا تسخن قاع أنبوب الاختبار).

 خطر المهملات (تخلص من المواد الكيميائية باتباع التعليمات الخاصة بها).

C مادة كيميائية تآكلية حارقة.

I مادة كيميائية تآكلية تسبب الحساسية المفرطة.

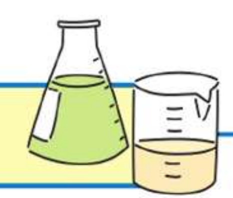
F مادة قابلة للاشتعال.

T مادة سامة.

ملخص للخطوات التى يجب اتباعها عند حدوث بعض الإصابات المخبرية :

الإصابة	كيفية التعامل معها
حروق الأحماض	وضع الأجزاء المصابة تحت الماء البارد لفترة متواصلة ثم استخدام كمادات بملح البيكربونات.
الإغماء	وضع الشخص فى مكان متجدد الهواء ، ووضع رأسه فى وضعية مائلة بحيث يكون فى مستوى أدنى من باقى جسمه.
الحريق	غلق جميع صنابير الغاز ، نزع التوصيلات الكهربائية ، استخدام بطانية مضادة للحريق ، استخدام المطافئ لمحاصرة الحريق.
إصابة العين	غسل العين مباشرة بالماء ومراعاة عدم فرك العين إذا وجد فيها جسم غريب حتى لا تحدث جروحًا فى القرنية.
الجروح القطعية البسيطة	ترك بعض الدم يسيل ، وغسل الجرح بالماء والصابون.
التسمم	إبلاغ المعلم ، وإعلامه بأن المادة المستخدمة هى المسؤولة عن التسمم.

أدوات معملية



كأس زجاجية
أنابيب اختبار
طبق تبخير
مثلث خزفي
موقد بنزن
ماسك سحاحة
هاون ومدقة
حلقة معدنية
حامل أدوات
بوتقة بالغطاء
زجاجة غازات
دورق مخروطي
زجاجة ساعة
سدادات فلين
نظارة أمان
شبكة
سدادات مطاطية
ماصة
ماسك جفنة
ماسك أنابيب
ماصة
ملقط
قطارة
مبرد
ترمومتر
فرشاة معدنية
قارورة غسيل
ماصة دقيقة
مخبار مدرج
حامل أنابيب اختبار
قمع
ملعقة
مغرفة
سحاحة

بعض القواعد العامة التى يجب اتباعها عند استخدام أدوات المعمل :

الميزان الحساس Balance

- ضع على كفة الميزان المواد الجافة فقط ، أما المواد السائلة يجب أن توزن بطريقة الفرق.
- أغلق أبواب الميزان أثناء عملية الوزن لأن هذا يمنع الخطأ الناتج عن تيارات الهواء.
- ضع المادة المراد وزنها فى وسط كفة الميزان.
- نظف كفة الميزان باستخدام الفرشاة الخاصة بذلك.

أنابيب الاختبار Test Tubes

- عدم جعل فوهتها باتجاه الوجه وكذلك عدم مسكها باليد عند التسخين بل باستخدام الماسك.
- عند التسخين يجب تسخينها من القاع وليس الجانب ، وبلهب هادئ مع التحريك المستمر لتجنب كسرها بالحرارة الشديدة.

المخبار المدرج Graduated Cylinder

- عند صب السائل فى المخبار المدرج يجب أن ننتظر حتى يستقر سطحه .
- نضع العين فى المستوى الأفقى لسطح السائل ثم نقرأ القيمة التى توافق الجزء المستوى من السطح الهلالى للسائل.
- نكتب العدد متبوعًا بوحدة القياس المكتوبة على الإناء.

الماصة Pipette

- عدم تسخين الماصة بمسكها بيدك لفترة طويلة ، أو تقريبها من مصدر حرارى.
- إعطاء الوقت الكافى للسائل للخروج من الماصة.
- تجنب هز الماصة أو النفخ فيها لإجبار السائل على الخروج.
- تجنب فقدان جزء من السائل أثناء نقله بالماصة.

السحاحة Burette

- تثبت السحاحة فى حامل ذو قاعدة معدنية حتى يتم الحفاظ على الشكل العمودى لها خلال التجارب.
- تملأ السحاحة بالسائل بعد غلق الصنبور جيدًا إلى أعلى صفر التدريج الموجود قرب الطرف العلوى لها ثم يفتح الصنبور لتفريغ الهواء الموجود أسفله حتى يصل السائل عند صفر التدريج ثم نغلق الصنبور.
- عند قراءة التدريجات فى السحاحة يجب أن تكون العين فى مستوى سطح السائل ، والقراءة الصحيحة تتم بأن يكون أسفل تقعر السائل ملامسًا أعلى خط التدريج الذى نريد قياسه.

مقاس الكتاب	$\frac{١}{٨}$ ٥٧ × ٨٢ سـم
عدد الصفحات بالغلاف	١٨٠ صفحه
طبع المتن	٤ لـون
طبع الغلاف	٤لـون
ورق المتن	٧٠ جـم أبيض
ورق الغلاف	١٨٠ جـم كوشيه
التجليد	جانبي
رقم الكتاب	

